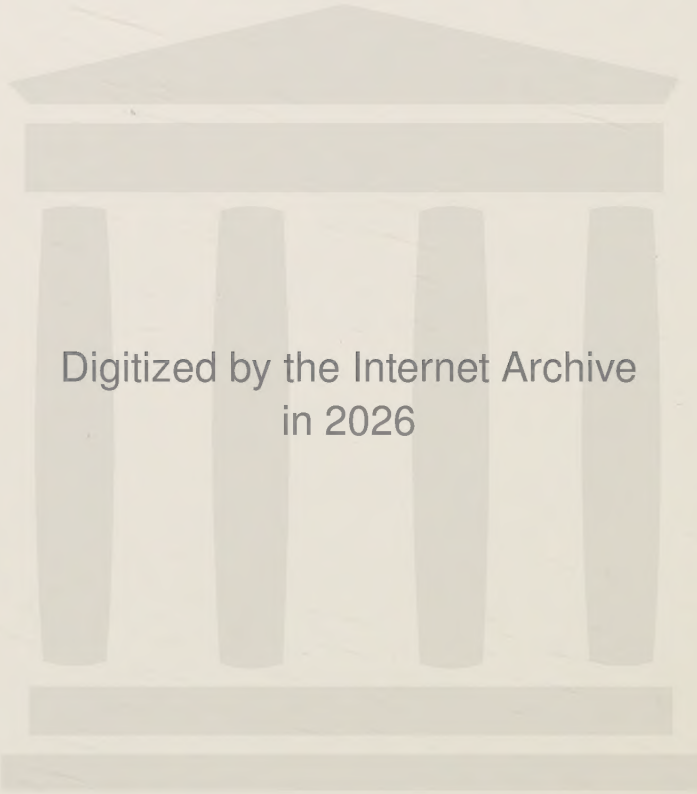


Das Harnionogramm Frühgeborener in Abhängigkeit von der Ernährung

von
Herbert Schönekäs
aus Nürnberg

1967



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41533917_0037

Aus der Kinderklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. med. A. Windorfer

Das Harnionogramm Frühgeborener in Abhängigkeit von der Ernährung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
zu Erlangen-Nürnberg



vorgelegt von
Herbert Schönekas
aus Nürnberg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: i.V.: Professor Dr. Theissing
Referent: Professor Dr. Hövels
Koreferent: Professor Dr. Windorfer
Tag der mündlichen Prüfung: 18.8.1967

Meinem Großvater
in Dankbarkeit gewidmet

Für die freundliche Überlassung des Themas
und die große Unterstützung bei der Bearbeitung
bin ich

Herrn Prof. Dr.med. O. H Ö V E L S
von ganzem Herzen dankbar.

Das Harnionogramm Frühgeborener
in Abhängigkeit von der Ernährung

Inhaltsverzeichnis:

A) Einleitung	S.: 4
B) Methodik	" : 5 - 7
C) Ergebnisse:	" : 8 - 106
C _I Durchschnittsionogramm im Harn	" : 8 - 9
C _{II} Na	" : 10 - 13
C _{III} K	" : 14 - 17
C _{IV} Ca	" : 18 - 21
C _V NH ₄	" : 22 - 28
C _{VI} Cl	" : 29 - 36
C _{VII} HCO ₃	" : 37 - 42
C _{VIII} HPO ₄	" : 43 - 50
C _{IX} Saurerest	" : 51 - 58
C _X Titrationsacidität	" : 59 - 64
C _{XI} p _H -wert (Urin)	" : 65 - 70
C _{XII} Flüssigkeitszufuhr	" : 71 - 74
C _{XIII} Flüssigkeitsausscheidung (ml)	" : 75 - 79
C _{XIV} Flüssigkeitsausscheidung (ml/kg KG)	" : 80 - 85
C _{XV} Spez. Gew. (Urin)	" : 86 - 89
C _{XVI} Quotient: $\frac{Ca + K + Na}{Ges.-Katio.}$	" : 90 - 97
C _{XVII} p _H -wert (Blut)	" : 98 - 101
C _{XVIII} Standard-Bikarbonat	" : 102 - 105
C _{XIX} Klinische Befunde	" : 106
D Zusammenfassung d. Ergebnisse	" : 107 - 110
D _I Höhe d. An- und Kationensäule	" : 107
D _{II} Kationen	" : 107 - 108
D _{III} Anionen	" : 108 - 109
D _{IV} Titr.ac., p _H -wert (Urin)	" : 109
D _V Flüssigkeit, spez. Gewicht	" : 109 - 110

D _{VI}	Blut-p _H -wert, Standard-Bikarbonat	" : 110
D _{VII}	Klinische Befunde	" : 110
E	Besprechung d. Ergebnisse	" : 111 - 116
F	Zusammenfassung	" : 117 - 118
G	Literaturverzeichnis	" : 119

A) Einleitung

Für das normale Funktionieren unseres menschlichen Organismus ist ein ausgeglichener Säure-Basen-Haushalt eine der wesentlichen Voraussetzungen.

Zu Störungen im Säure-Basen-Haushalt kann es einerseits durch die Atmung bei vermehrter oder verminderter Abatmung von CO_2 (respiratorische Störungen), andererseits durch Nierenfunktionsstörungen mit verminderter oder vermehrter Ausscheidung von Säuren und Basen (metabolische Störungen) kommen.

In den letzten Jahren ist nun wiederholt der Säure-Basen-Haushalt des Säuglings in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt. Es wurde vor allem die Frage bearbeitet, ob und in welchem Ausmaße bestimmte insbesondere gesäuerte Kuhmilchmischungen den Säure-Basen-Haushalt des kindlichen Organismus belasten.

Dieses Problem wird in dieser Arbeit bei 4 bis 6 Wochen alten Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht zwischen 1400 und 2500 gr untersucht. Es soll dabei festgestellt werden, ob und in wie weit handelsübliche Säuglingsnahrungen speziell den Säure-Basen-Haushalt des Frühgeborenen belasten.

B) Methodik

- I. Das Problem wurde untersucht bei 4 bis 6 Wochen alten Frühgeborenen mit einem Geburtsgewicht zwischen 1400 gr und 2500 gr. Die Gesamtzahl der untersuchten Kinder betrug 112, die in 14 Gruppen zu durchschnittlich 8 Kindern eingeteilt waren.
- II. Die Säuglinge erhielten 8 Tage lang entweder Frauenmilch oder zur Hälfte Frauenmilch und zur Hälfte $2/3$ Kuhmilch oder adaptierte Milch oder Kuhmilchmischungen als $2/3$ und $4/5$ Milch. Von den Kuhmilchmischungen waren ein Teil mit Milch- oder Zitronensäure gesäuert.
- III. Blut- p_H -Wert, Standardbikarbonat, P_{CO_2} und "base excess" wurden danach im Abstand von jeweils 2 Tagen mit der Mikro-Astrup-Methode bestimmt. Im einzelnen wurden dabei folgende Nahrungen verfüttert:

1) Frauenmilch	(Fm)
2) Butamyl D	(Bu D) gesäuert
3) Butamyl 5 %	(Bu 5%) gesäuert
4) Butamyl 10 %	(Bu 10) gesäuert
5) Butamyl D säurefrei	(Bu sä)
6) Eledon II	(El II) gesäuert
7) Glücksklee $2/3$	(Gl $2/3$)
8) + Humana	(Hum)
9) ++ Humana + Fröhnahrungs- zusatz (1:1)	(Hum _{FN})
10) Pelargon $4/5$	(Pe $4/5$) gesäuert
11) Zwiemilch (Frauenmilch/Butamyl D)	(Zwm) gesäuert

- IV. Das Harnionogramm wurde an jeweils 2 Tagen bei folgenden Nahrungen untersucht:

1) Frauenmilch	(Fm)
2) Alete I	(Al) gesäuert
3) Bärenmarke $2/3$	(Bä $2/3$)
4) Bärenmarke $4/5$	(Bä $4/5$)
5) Butamyl D	(Bu D) gesäuert

+ Humana entspricht dem heutigen Humana O

++ entspricht dem heutigen Humana O

- | | | | |
|-----|------------------------|---------|----------|
| 6) | Butamyl 5 % | (Bu 5) | gesäuert |
| 7) | Butamyl 10 % | (Bu 10) | gesäuert |
| 8) | Butamyl D säurefrei I | (Bu I) | |
| 9) | Butamyl D säurefrei II | (Bu II) | |
| 10) | Eledon II 14 % | (El 14) | gesäuert |
| 11) | Eledon II 17 % | (El 17) | gesäuert |
| 12) | Glücksklee 2/3 | (Gl) | |
| 13) | Humana | (Hum) | |
| 14) | Pomil | (Pom) | |

Bei diesen Nahrungen wurden gemessen:

a) Angebot an

- | | | | |
|----|-------------|--------------------|----------------------------------|
| 1. | Na | (mg/kg Körpergew.) | |
| 2. | K | " " | |
| 3. | Ca | " " | |
| 4. | N | " " | nur bei einigen Milchen gemessen |
| 5. | Cl | " " | |
| 6. | P | " " | |
| 7. | Flüssigkeit | " " | |

b) Werte im Urin:

- | | | Ausscheidung | mäg/l |
|-----|--------------------------|------------------|-------|
| 1. | Na - | " | " |
| 2. | K - | " | " |
| 3. | Ca - | " | " |
| 4. | NH ₄ - | " | " |
| 5. | Cl - | " | " |
| 6. | HCO ₃ - | " | " |
| 7. | HPO ₄ - | " | " |
| 8. | Säurerest - | " | " |
| 9. | Titrationssacidität - | " | " |
| 10. | p _H -Wert | | |
| 11. | Spezifisches Gewicht | | |
| 12. | Flüssigkeitsausscheidung | ml | |
| 13. | Flüssigkeitsausscheidung | ml/kg Körpergew. | |

c) Errechnet wurden daraus:

- | | |
|----|--|
| 1. | Das Durchschnittsionogramm (Angebot und Ausscheidung) |
| 2. | Quotient: $\frac{\text{Na} + \text{K} + \text{Ca}}{\text{Gesamtkationen}}$ (des Urins) |

- .V. Ob die errechneten Mittelwerte der untersuchten Milchen voneinander nur im Rahmen einer Zufallsschwankung abweichen oder aber ob ein echter statistischer Unterschied sicherzustellen war, wurde nach KOLLER errechnet (Documenta Geigy Seite 28).
- VI. Die Kinder wurden durchschnittlich 12 bis 16 Tage nach Gabe der verschiedenen Milchen klinisch überwacht. Ferner wurde die Gewichtszunahme der Säuglinge bei den verschiedenen Nahrungen über durchschnittlich 12 bis 16 Tage verfolgt und daraus die tägliche durchschnittliche Gewichtszunahme ermittelt.

c) Ergebnisse:

Tabelle 1

C_I Durchschnittsionogramme (Urin)

			Angebot an: Kationen in mg/kg Kö. Na, K, Ca	Angebot an: Anionen in mg/kg Kö. Cl, HPO ₄
	Kationen in mÄq/l	Anionen in mÄq/l		
1) Bären 4/5	245	245	565,4	315,3
2) Butamyl D sa I	238	238	396,5	186,1
3) butamyl D sa II	149	149	329,1	155,1
4) Eledon II 17 %	140	140	518,4	307,7
5) Bären 2/3	126	126	463,0	250,0
6) Butamyl D	122	122	341,1	176,3
7) Pomil	107	107	411,1	210,7
8) Alete I	105	105	308,1	185,3
9) Eledon II 14 %	104,5	104,5	437,6	228,8
10) Glücksklee 2/3	97,5	97,5	420,5	220,4
11) Butamyl 10 %	73,5	73,5	285,1	136,5
12) Humana	69	69	314,2	185,0
13) Butamyl 5 %	68	68	285,6	138,2
14) Frauenmilch	30,5	30,5	108,9	71,3

Das höchste Durchschnittsionogramm im Urin wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 245 mÄq/l sowohl an Anionen als auch an Kationen, das niedrigste bei der Frauenmilch mit 30,5 mÄq/l ebenfalls Anionen und Kationen gemessen.

Am meisten Kationen wurden bei der Bärenmarke 4/5 mit 565,4 mg/kg Körpergewicht, am wenigsten bei der Frauenmilch mit 108,9 mg/kg Körpergewicht angeboten.

Das höchste Angebot an Anionen wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 315,3 mg/kg Körpergewicht, das niedrigste bei der Frauenmilch mit 71,3 mg/kg Körpergewicht festgestellt.

Tabelle 2

C_{II}

Natrium

	Durchschnittl. Ausscheidung in mäg/l/Tag	δM	Durchschnittl. Angebot in mg/kg Körpergew./Tag
Bären 4/5	49,7	8,1	122,5
Bu D sä I	34,1	4,4	65,1
Bären 2/3	29,3	6,6	96,9
Bu D sä II	27,5	2,1	53,6
El II 17 %	22,5	2,2	81,5
Pomil	21,8	3,3	57,9
Humana	16,6	3,0	80,5
El II 14 %	15,8	1,3	70,7
Butamyl D	15,4	2,2	61,6
Bu 5 %	11,2	1,4	52,6
Glücksklee 2/3	11,0	0,9	60,2
Bu 10 %	10,3	1,8	53,6
Alete I	9,8	3,7	44,1
Frauenmilch	3,4	0,5	24,5

δM bedeutet: mittlerer Fehler des Mittelwertes
(bei allen Tabellen dieser Art)

Tabelle 3 Statistisch gesicherte Differenzen bei:

NATRIUM - Ausscheidung

Fm 3,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Al 9,8	x	x		x	o										
Bu10 10,3	x	x		x	x	x									x
Gl 11,0	x	x		x	x	o									x
Bu5 11,2	x	x		x	x	x									x
BuD 15,4	x	x		x											x
E14 15,8	x	x		x											x
Hum 16,6	x	o													x
Pom 21,8	o									x	o	x			x
E17 22,5	o									x	x	x	o		x
BuII 27,5								x	x	x	x	x	x	x	x
Ba ² ₃ 29,3															x
BuI 34,1							o	x	x	x	x	x	x	x	x
Ba ⁴ ₅ 49,7					o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	49,7	34,1	29,3	27,5	22,5	21,8	16,6	15,8	15,4	11,2	11,0	10,3	9,8	3,4	
	Ba ⁴ ₅	BuI	Ba ² ₃	BuII	E17	Pom	Hum	E14	BuD	Bu5	Gl	Bu10	Al	Fm	

Die Tabelle unterrichtet über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen.

"x" bedeutet: statistisch gesicherte Differenz

"o" " " " " " bei 1 %

Überschreitungswahrscheinlichkeit.

Betrachtet man z.B. den Na-Ausscheidungswert bei der Frauenmilch, so sieht man, daß dieser Wert statistisch gesichert kleiner ist als die Na-Ausscheidungswerte aller anderen Milchen mit Ausnahme der Alete.

Analog gilt dies für alle anderen Tabellen dieser Art.

Natrium

Am meisten Natrium wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 122,5 mg/kg Körpergewicht, am wenigsten bei der Frauenmilch mit 24,5 mg/kg Körpergewicht angeboten. Die Natrium-Ausscheidung war bei der Bärenmarke 4/5 mit 49,7 mÄq/l am größten, bei der Frauenmilch mit 3,4 mÄq/l am geringsten.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 3.

Betrachtet man anhand der graphischen Darstellung (siehe Seite 13) den Zusammenhang zwischen Natrium-Angebot und Natrium-Ausscheidung (die Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert), so läßt sich feststellen:

Die Höhe des Angebotes bestimmt die Höhe
der Ausscheidung, letztere wird modifiziert
durch den Säure-Basen-Haushalt.

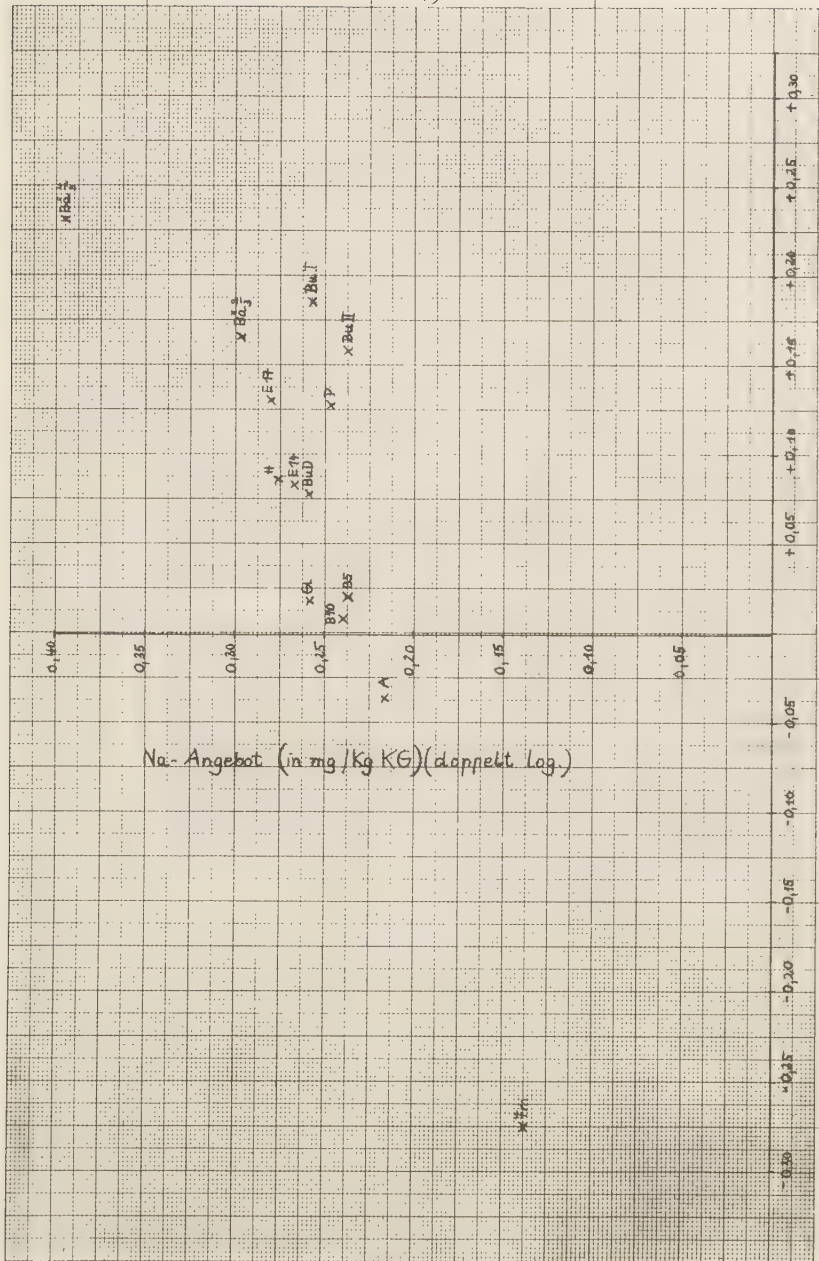
Bei Butamyl D säurefrei I und II war die Ausscheidung im Verhältnis zum Angebot relativ hoch: Vergleicht man z.B. Butamyl D säurefrei I und Glücksklee 2/3, die etwa beide das gleiche Angebot hatten, so erkennt man, daß die Natrium-Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei I wesentlich höher war. Butamyl D säurefrei II und Butamyl 10 % hatten etwa das gleiche Angebot, während die Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei II höher war.

Die relativ große Natrium-Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei II und I ist kompensatorisch dadurch bedingt, daß beide Milchmischungen zur Ausscheidung eines hohen Säurerestwertes führten.

(Siehe auch: C_{VI} : Na-Ausscheidung : Cl - Ausscheidung; Seite: 31

C_V : Na-Ausscheidung : NH_4 -Ausscheidung; Seite: 25

C_{IX} : Na-Ausscheidung : Säurerest; Seite: 53



Na- Ausscheidung (in mg/L) (doppelt log.)

Tabelle 4

C_{III}

Kalium

	Durchschnittl. Ausscheidung in mäg/l/Tag		Durchschnittl. Angebot in mg/kg Körpergew./Tag
Bären 4/5	92,9	♂ M	248,2
El II 17 %	60,1	4,2	241,7
Bu D sä I	60,0	6,2	181,9
Bären 2/3	51,3	4,4	195,3
El II 14 %	45,5	2,4	208,5
Glücksklee 2/3	40,6	1,4	204,5
Bu D sä II	36,4	3,6	150,6
Pomil	36,2	1,9	203,6
Butamyl D	32,2	4,3	138,8
Alete I	29,2	3,0	139,1
Humana	20,8	1,7	135,2
Bu 10 %	19,4	1,8	120,8
Bu 5 %	15,5	1,3	126,8
Frauenmilch	12,5	1,1	84,4

Tabelle 5

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

KALIUM - Ausscheidung

Fm 12,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Bu5 15,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				
B1o 19,4	x	x	x	x	x	x	x	x		o				x
Hum 20,8	x	x	x	x	x	x	x	x						x
Al 29,2	x	x	x	x	x	x						o	x	x
BuD 32,2	x	x	x	o									x	x
Pom 36,2	x	x	x	o	o							x	x	x
BuII 36,4	x	x	o									x	x	x
Gl 40,6	x	x	o								x	x	x	x
E14 45,5	x	o						o			x	x	x	x
Ba ₅ ² 51,3	x							o	o		x	x	x	x
BuI 60,0	x					o	o	x	x		x	x	x	x
E17 60,1	x				o	x	x	x	x		x	x	x	x
Ba ₅ ⁴ 92,9		x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
	92,9 Ba ₅ ⁴	60,1 E17	60,0 BuI	51,3 Ba ₅ ²	45,5 E14	40,6 Gl	36,4 BuII	36,2 Pom	32,2 BuD	29,2 Al	20,8 Hum	19,4 Bu1o	15,5 Bu5	12,5 Fm

Kalium

Am meisten Kalium wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 248,2 mg/kg Körpergewicht, am wenigsten bei der Frauenmilch mit 84,4 mg/kg Körpergewicht angeboten. Die Kalium-Ausscheidung war bei der Bärenmarke 4/5 mit 92,9 mäg/l am größten, bei der Frauenmilch mit 12,5 mäg/l am geringsten.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 5.

Anhand der graphischen Darstellung (siehe Seite 17), in der Kalium-Angebot und Kalium-Ausscheidung (die Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert) in Beziehung gesetzt sind, läßt sich bei der Mehrzahl der Milchen folgende Tatsache erkennen:

Die Kalium-Ausscheidung hängt im wesentlichen vom Kalium-Angebot ab, d.h. mit dem Kalium-Angebot steigt auch die Ausscheidung.

Auffallend war die relativ hohe Ausscheidung der Bärenmarke 4/5 gegenüber der Eledon II 17 %, obwohl das Angebot praktisch gleich war (s.S. 26)

Zwischen Eledon II 17 % und Butamyl D säurefrei I differierte die Ausscheidung nicht, obwohl das Angebot bei der Eledon II 17 % wesentlich höher war. Diese hohe Ausscheidung bei Butamyl D säurefrei I läßt sich erklären, wenn man die Säurerestwerte miteinander vergleicht: Die Butamyl D säurefrei I führte zu einer wesentlich höheren Säurerestausscheidung und deshalb war auch die Kalium-Ausscheidung im Verhältnis zum Angebot relativ groß.

Ebenso verhält es sich mit dem Kalium-Ausscheidungswert der Butamyl D säurefrei II: Die Ausscheidungswerte von Pomil und Butamyl D säurefrei II differierten nicht, während das Angebot bei Pomil wesentlich größer war. Der Grund für die relativ hohe Kalium-Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei II ist darin zu sehen, daß diese zu einer wesentlich höheren Säurerest-Ausscheidung führte.

(Siehe auch: C_V : K - Ausscheidung : NH_4 -Ausscheidung; Seite: 24

C_{IX} : K - Ausscheidung : Säurerest; Seite: 53

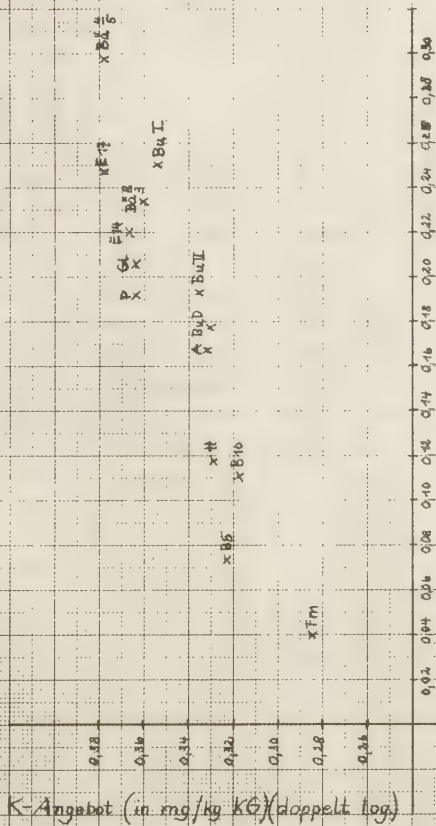


Tabelle 6

C_{IV} Kalzium

	Durchschnittl. Ausscheidung in mäg/kg Körpergew./Tag		Durchschnittl. Angebot in mg/kg Körpergew./Tag	Vitamin D ₃ - Angebot I.E.
		SM		
Bu D sä I	17,6	3,1	149,5	750
Butamyl D	7,9	1,7	129,7	750
Bu D sä II	7,8	0,7	124,9	750
Bu 10 %	4,1	0,4	116,7	750
El II 14 %	3,5	0,5	158,3	525
Bu 5 %	2,6	0,4	106,2	750
El II 17 %	2,5	0,1	195,2	525
Alete I	2,2	0,7	124,9	
Glücksklee 2/3	1,95	0,03	151,8	
Pomil	1,7	0,04	149,6	
Frauenmilch	1,5	0,06		
Humana	1,4	0,06	98,5	1900
Bären 4/5	1,3	0,04	194,7	
Bären 2/3	1,2	0,08	195,3	

Tabelle 7

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

KALZIUM - Ausscheidung

Vitamin D
Angebot:
(I.E.)

1900

525

750

525

750

750

750

750

Ba ² ₃ 1,2	x	x	x	x	x	x	x		x	x				
Ba ⁴ ₅ 1,3	x	x	x	x	x	o	x		x	x				
Hum 1,4	x	x	x	x	x	x	x		x	x				
Fm 1,5	x	x	x	x	x		x		x					
Pom 1,7	x	o	x	x	x		x		x			x	x	x
Gl 1,95	x	x	x	x	o		x			x	x	x	x	x
Al 2,2	x	o	x	x										
E17 2,5	x	o	x	x					x	x	x	x	x	x
Bu5 2,6	x		x									x	o	x
E14 3,5	x		x						o	x	x	x	x	x
B1o 4,1	x		x				x	x	x	x	x	x	x	x
BuII 7,8	o			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BuD 7,9							o	o	x	o	x	x	x	x
BuI 17,6			o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	17,6	7,9	7,8	4,1	3,5	2,6	2,5	2,2	1,95	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
	BuI	BuD	BuII	B1o	E14	Bu5	E17	Al	Gl	Pom	Fm	Hum	Ba ⁴ ₅	Ba ² ₃

Kalzium

Am meisten Kalzium wurde bei der Bärenmarke 2/3 mit 195,3 mg/kg Körpergewicht, am wenigsten bei der Humana 98,5 mg/kg Körpergewicht angeboten. Die Ausscheidung war bei der Butamyl D säurefrei I mit 17,6 mäg/l am größten, während sie bei der Bärenmarke 2/3 mit 1,2 mäg/l am geringsten war.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 7.

Vergleicht man in der graphischen Darstellung (siehe Seite 21) Kalzium-Angebot und Ausscheidung (beide Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert), so zeigt sich:

Bei nicht sehr unterschiedlichem Angebot steigt die Ausscheidung von Bärenmarke 2/3 bis Butamyl D säurefrei I stetig an.

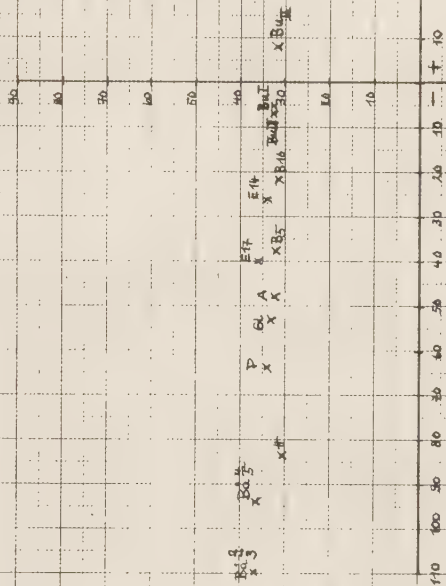
Die Ca-Ausscheidung im Urin war bei den Patienten, die Vitamin D₃ bekamen, größer als bei denen, die ein vergleichbar hohes Angebot an Ca ohne Vitamin D₃ erhielten.

Alle Butamyl-Milchen hatten das gleiche Vitamin-D₃-Angebot- während das Kalzium-Angebot differierte.

Sieht man sich die Säurerest-Ausscheidungen an, zu denen die einzelnen Butamyl-Milchen führten, (siehe C_{IX}), so erkennt man, daß genau in derselben Reihenfolge wie die Kalzium-Ausscheidung auch die Säurerest-Ausscheidung steigt.

(Siehe auch: C_V : NH₄-Ausscheidung : Ca und
C_{IX} : Säurerest : Ca).

Ca-Angabe (in mg/kg KG) (doppelt log)



Ca - Ausscheidung (in mg/l) (doppelt log)

Tabelle 8

C_V NH_4

	Durchschnittl. N-Angebot in mg/kg Körpergew./Tag	Durchschnittl. NH_4 -Ausscheidung in mg/l/Tag
El II 14 %	722,6 (Stickstoff)	15,0
Butamyl D	652,6 (Stickstoff)	32,6
Bu 10 %	617,6 (Stickstoff)	17,1
Glücksklee 2/3	588,5 (Stickstoff)	16,0
Pomil	530,2 (Stickstoff)	15,2
Bu 5 %	474,0 (Stickstoff)	11,3

Tabelle 9

C_V $\underline{NH_4}$

Durchschnittl.
Ausscheidung
in mg/l/Tag

Bu D sä I	67,9	4,1
Bu D sä II	38,7	1,9
Butamyl D	32,6	2,8
Alete I	29,9	2,4
Bären 4/5	21,5	5,2
El II 17 %	18,1	4,3
Bu 10 %	17,1	0,4
Glücksklee	16,0	0,6
Pomil	15,2	0,9
El II 14 %	15,0	0,6
Bären 2/3	12,5	1,8
Humana	11,3	1,0
Bu 5 %	11,3	1,6
Frauenmilch	8,8	0,4

Tabelle 10 Statistisch gesicherte Differenzen bei:

NH₄- Ausscheidung

Fm 8,8	x	x	x	x		x	x	x	x	x					
Bu5 11,3	x	x	x	x		x	x	o							
Hum 11,3	x	x	x	x		x	x	x	o	o					
Ba ² ₅ 12,5	x	x	x	x											
E14 15,0	x	x	x	x									o		x
Pom 15,2	x	x	x	x									o		x
Gl 16,0	x	x	x	x									x	o	x
B10 17,1	x	x	x	x									x	x	x
E17 18,1	x	x	x	x									x	x	x
Ba ⁴ ₅ 21,5	x														
Al 27,9	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BuD 32,6	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BuII 38,7	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BuI 67,9		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	67,9	38,7	32,6	27,9	21,5	18,1	17,1	16,0	15,2	15,0	12,5	11,3	11,3	8,8	
	BuI	BuII	BuD	Al	Ba ⁴ ₅	E17	Bu ₁₀	Gl	Pom	E14	Ba ² ₅	Hum	Bu5	Fm	

NH₄

Das höchste Angebot an Stickstoff von den Milchen, deren Stickstoff-Angebot gemessen wurde, bestand bei der Eledon II 14 % mit 722,6 mg/kg Körpergewicht, das niedrigste bei der Butamyl 5 % mit 474,0 mg/kg Körpergewicht.

Die NH₄-Ausscheidung war bei der Butamyl D säurefrei I mit 67,9 mäg/l am größten, bei der Frauenmilch mit 8,8 mäg/l am geringsten.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 10.

Den Zusammenhang zwischen NH₄-Ausscheidung und Säurerest-Ausscheidung klärt die graphische Darstellung (siehe Seite 27). Danach ergibt sich:

Im allgemeinen ist die NH₄-Ausscheidung umso höher, je höher der Säurerest des Urins ist.

Man sieht, daß z.B. bei der Frauenmilch, die zur geringsten Säurerest-Ausscheidung führte, am wenigsten NH₄ ausgeschieden wurde, während die Butamyl D säurefrei I sowohl zur größten Säurerest-Ausscheidung führte, als auch die höchste NH₄-Ausscheidung hatte.

Auffallend ist die hohe NH₄-Ausscheidung bei Alete I im Verhältnis zur Frauenmilch, obwohl beide Milchen keine statistisch gesicherte Differenz in der Säurerest-Ausscheidung aufweisen, Dies erklärt die graphische Darstellung auf Seite 28a. Im Vergleich zur Frauenmilch scheiden die mit Alete I ernährten Kinder im Verhältnis zum Säurerest weniger Na aus. Dasselbe ist zu erkennen, wenn man Butamyl D und Glücksklee 2/3 vergleicht, die beide zur gleichen Säurerest-Ausscheidung führten, in der NH₄-Ausscheidung aber differierten. Umgekehrt stellt man bei einem Vergleich zwischen Bärenmarke 2/3 und Frauenmilch, die beide die gleiche NH₄-Ausscheidung haben, fest, daß die Bärenmarke 2/3 zu einer höheren Säurerest-Ausscheidung führte. Hinsichtlich der Na-Ausscheidung ist hier das Umgekehrte festzustellen.

Bei den Milchen, bei denen also die Na-Ausscheidung im Verhältnis zur NH₄-Ausscheidung relativ hoch war, lag das vor allem an dem hohen Na-Angebot (Bärenmarke 4/5 und Bärenmarke 2/3).

Bei Butamyl D säurefrei I war bei einem mittleren Angebot an Na die Na-Ausscheidung und NH_4 -Ausscheidung hoch.

Interessant ist es, anhand einer graphischen Darstellung (s. Seite 28b) die Zusammenhänge zwischen (Na + K + Ca)-Angebot und (Na + K + Ca)-Ausscheidung zu betrachten. Man sieht folgendes:

Je höher das Angebot an fixen Basen, umso höher ist die Ausscheidung.

Bei Butamyl D säurefrei I, II und vor allem bei Bärenmarke 4/5 war die Ausscheidung an fixen Basen im Verhältnis zum Angebot sehr hoch. Eine Erklärung dürfte in dem hohen Säurerest zu finden sein, der im Harn der mit diesen Nahrungen ernährten Kindern gefunden wird (S. Tab. C IX).

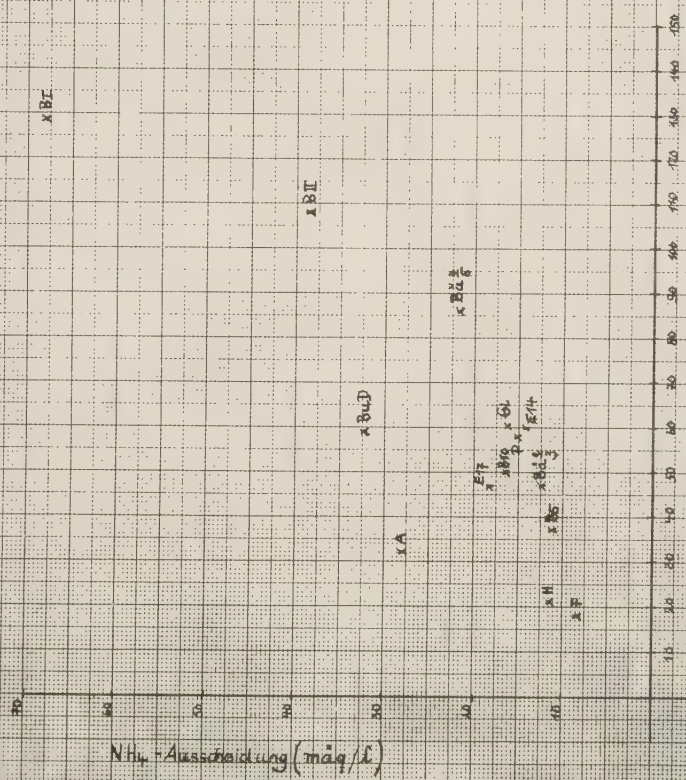
Die graph. Darstellung (siehe Seite 28c), welche die Zusammenhänge der Ausscheidung von fixen Basen und der Ausscheidung an NH_4 klären soll, ergibt:

Bei den meisten Milchen (Bu 5, 10, Alete, Bu D, B II, Bu I) steigt mit höherer Ausscheidung von fixen Basen auch die Ausscheidung von NH_4 .

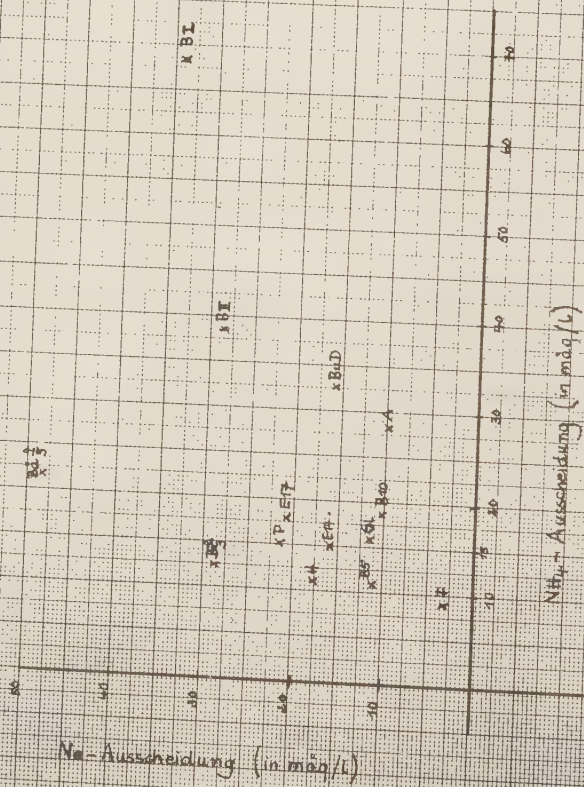
Bei diesen Nahrungen reichte das Nahrungsangebot und dementsprechend die Ausscheidung von fixen Basen im Urin nicht aus, um den auszuscheidenden sauren Valenzen zu entsprechen, Es musste Ammoniak gebildet werden.

Bei Eledon II 14 %, 17 %, Bärenmarke 2/3 und 4/5 besteht keine Beziehung zwischen NH_4 -Ausscheidung und Ausscheidung an fixen Basen. Bei diesen Milchen bestand ein sehr hohes Angebot an fixen Basen, daher mußten viele ausgeschieden werden. Eine zusätzliche NH_4 -Bildung konnte unterbleiben.

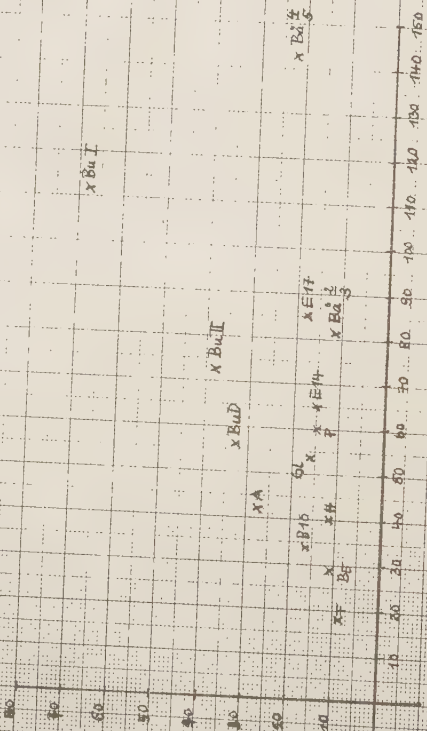
Siehe auch: C_{VI} : NH_4 -Ausscheidung : Cl-Ausscheidung
 C_{IX} : Na-Angebot : Säurerest-Ausscheidung.)



Säuretest Ausscheidung (in mg/l)



NH_4 -Ausscheidung (in mg/L)



Ausscheidung (Na + K + Ca) (in mg/L)

Tabelle 11

C_{VI} Chlor

	Durchschnittl. Ausscheidung in mg/l/Tag		Durchschnittl. Angebot in mg/kg Körpergew./Tag
		♂ M	
El II 17 %	43,7	2,7	183,0
Bären 4/5	35,8	3,3	155,1
Bu D sä I	34,2	4,2	110,2
El II 14 %	33,1	1,4	146,6
Pomil	28,9	0,5	131,5
Bären 2/3	25,9	0,8	122,0
Glücksklee 2/3	24,9	0,9	136,6
Bu D sä II	24,2	1,3	92,6
Alete I	20,5	0,9	95,5
Butamyl D	19,4	2,0	94,9
Humana	17,5	2,3	117,3
Bu 10 %	11,4	1,2	82,5
Bu 5 %	11,1	1,5	81,9
Frauenmilch	7,8	0,6	59,5

Fm	7,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
B5	11,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
B10	11,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Hum	17,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
BuD	19,4	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
A1	20,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
BuI	24,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
G1	24,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Ba ₅ ²	25,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Pom	28,9	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
E14	33,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
BuI	34,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Ba ₅ ⁴	35,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
E17	43,7	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
43,7	35,8	34,2	33,1	28,9	25,9	24,9	24,2	20,5	19,4	17,5	11,4	11,1	7,8					
E17	Ba ₅ ⁴	BuI	E14	Pom	Ba ₅ ²	G1	BuI	A1	BuD	Hum	B10	B5	Fm					

Chlor

Das höchste Angebot an Chlor wurde bei Eledon II 17 % mit 183,0 mg/kg Körpergewicht, das niedrigste bei der Frauenmilch mit 59,5 mg/kg Körpergewicht gemessen.

Die Chlor-Ausscheidung war bei der Eledon II 17 % mit 43,7 mäg/l am größten, während sie bei der Frauenmilch mit 7,8 mäg/l am geringsten war.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 12.

Betrachtet man anhand der graphischen Darstellung (siehe Seite 33) den Zusammenhang zwischen Chlor-Angebot und Chlor-Ausscheidung (beide Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert), so zeigt sich deutlich:

Mit höherer Chlor-Zufuhr steigt auch die Chlor-Ausscheidung.

Die Chlor-Ausscheidung bei Butamyl D säurefrei I und II erscheint im Verhältnis zum Angebot relativ hoch. Zu erklären ist dies durch die relativ hohe Na-Ausscheidung dieser beiden Milchen (siehe C_{II}). Dementsprechend war auch die Cl-Ausscheidung relativ hoch (siehe auch C_V).

Setzt man die Natrium-Ausscheidung und Chlor-Ausscheidung zueinander in Beziehung (siehe graphische Darstellung auf Seite 34), so zeigt sich: Bei Alele I, Glücksklee 2/3, Eledon II 14 %, Eledon II 17 % und Pomil ist die Chlor-Ausscheidung im Verhältnis zur Natrium-Ausscheidung relativ höher als bei den anderen Milchen. Vergleicht man z.B. Alele I bzw. Glücksklee 2/3 mit Butamyl 10 %, zwischen denen in der Natrium-Ausscheidung keine statistische Differenz gesichert wurde, so sieht man, dass die Chlor-Ausscheidung bei Alele I und Glücksklee 2/3 höher liegt als bei Butamyl 10 %. Dasselbe ergibt sich aus einem Vergleich zwischen Humana und Eledon II 14 %: Natrium-Ausscheidung war gleich, Chlor-Ausscheidung aber bei Eledon II 14 % höher. Die größte Ausnahme in dieser Hinsicht bildet Eledon II 17 %: Humana, Eledon II 14 % und 17 % wiesen in der Natrium-Ausscheidung keine Differenzen auf, während die Chlor-Ausscheidung sowohl gegenüber der Humana, als auch gegenüber der Eledon II 14 % größer war.

Diese Besonderheit ist zu erklären, wenn man die graphische Darstellung (siehe Seite 35), in der Natrium-Angebot und Chlor-Angebot miteinander verglichen werden, betrachtet. Im allgemeinen gilt:

Das Ausmaß der Na- und Chlorausscheidung verändert sich gleichsinnig. Es entspricht der Höhe des Angebotes an NaCl und wird nur durch die Regulation im Säure-Basen-Haushalt modifiziert.

Bei den oben genannten Milchen (Alete, Glücksklee 2/3, Pomil und vor allem Eledon II 14 % und 17 %), bei denen die Chlor-Ausscheidung im Verhältnis zur Natrium-Ausscheidung relativ hoch war, war auch das Chlor-Angebot im Verhältnis zum Natrium-Angebot relativ hoch.

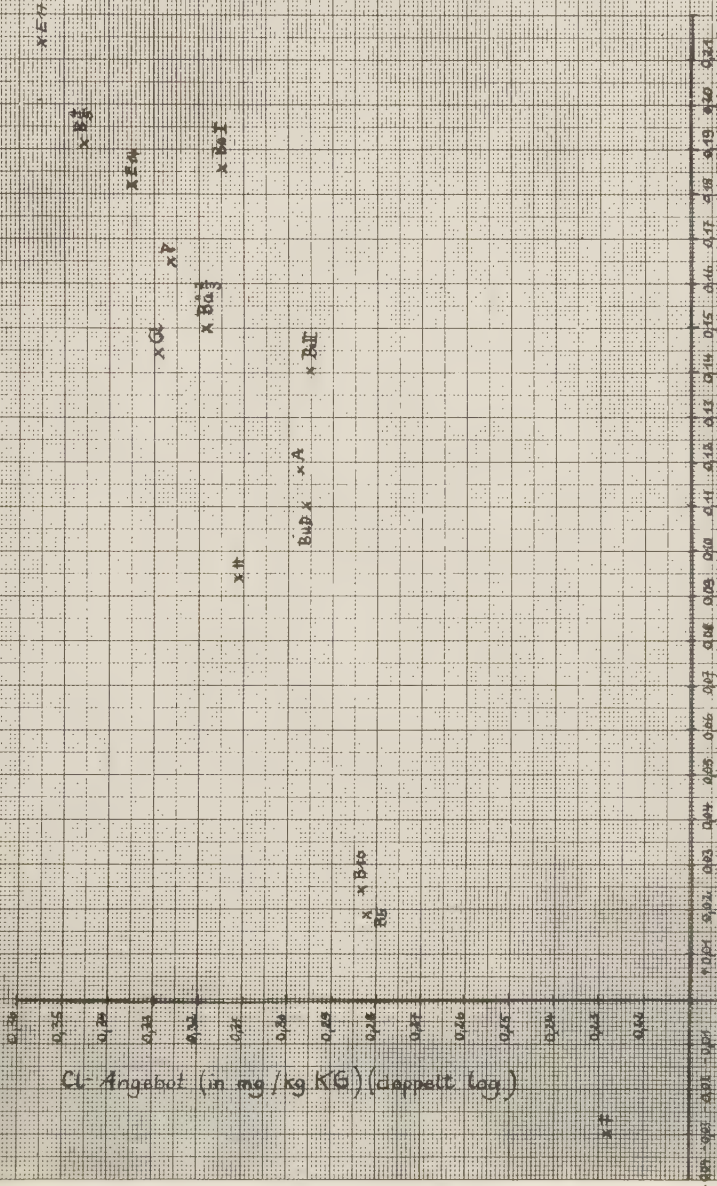
Vergleicht man nun NH_4 - und Chlor-Ausscheidung graphisch (siehe Darstellung auf Seite 36), so ist zu erkennen, daß NH_4 -Ausscheidung und Chlor-Ausscheidung konform gehen.

Bei der einen Gruppe (Gerade I), zu der sämtliche Butamyl-Milchen und Alete I gehören, steigen NH_4 -Ausscheidung und Chlor-Ausscheidung konstant an. Bei der anderen Gruppe (Gerade II), zu der Humana, Bärenmarke 2/3 und 4/5, Pomil, Glücksklee 2/3, Eledon II 14 % und 17 % gehören, ist die Chlor-Ausscheidung verglichen mit der NH_4 -Ausscheidung wesentlich höher. Bärenmarke 4/5 und Butamyl D säurefrei I z.B. unterschieden sich in der Chlor-Ausscheidung nicht, während die NH_4 -Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei I wesentlich größer war.

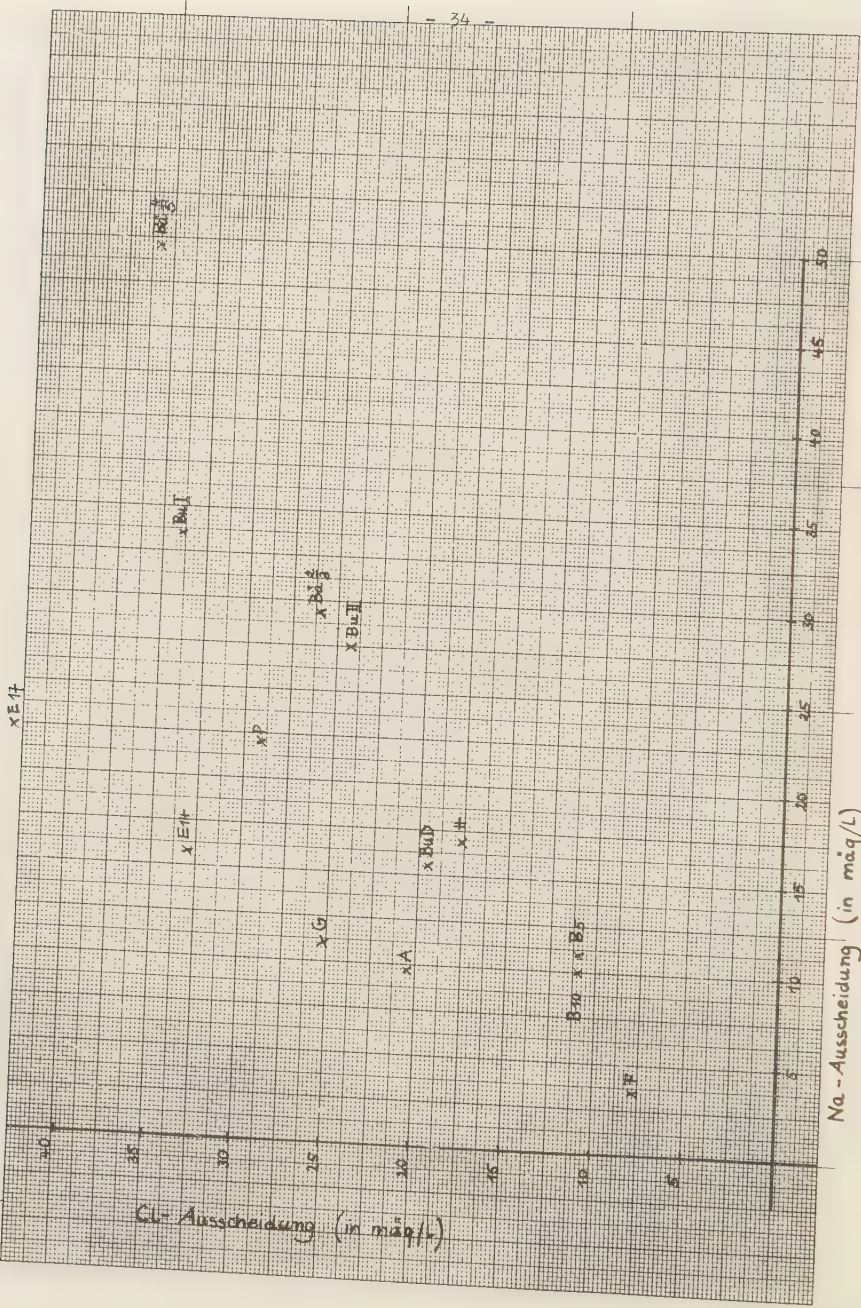
Die relativ höhere Chlor-Ausscheidung im Verhältnis zur NH_4 -Ausscheidung lag zum einen daran, daß das Angebot an Chlor im Verhältnis zum Natrium-Angebot relativ hoch war (Eledon II 14 % und 17 %, Glücksklee 2/3, Pomil und Alete) (siehe auch oben: Natrium-Angebot : Chlor-Angebot), zum anderen ist sie daraus zu erklären, daß vor allem bei Bärenmarke 2/3 und Bärenmarke 4/5 die Ausscheidung an fixen Basen sehr hoch war. Dementsprechend mußte die NH_4 -Ausscheidung im Verhältnis zur Chlor-Ausscheidung relativ gering sein. (Siehe auch: C_V).

Die Höhe der Chlor-Ammoniakausscheidungen entsprechen sich demnach nur bei den Nahrungen, bei denen die Ammoniakbildung zur Einsparung fixer Basen herangezogen wird.

(Siehe auch C_X : Titrationsacidität : Cl und C_{XI} : p_H -Wert : Cl).

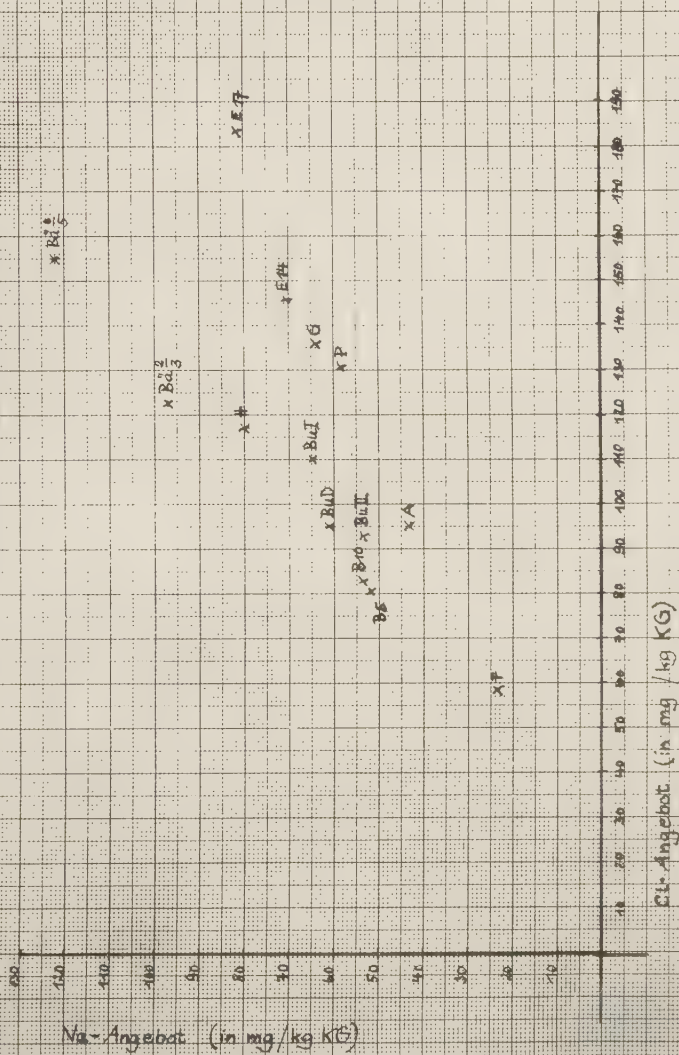


Cl⁻ Ausscheidung (in mg/l) (doppelt log)



Na-Ausscheidung (in mEq/L)

CL-Ausscheidung (in mEq/L)



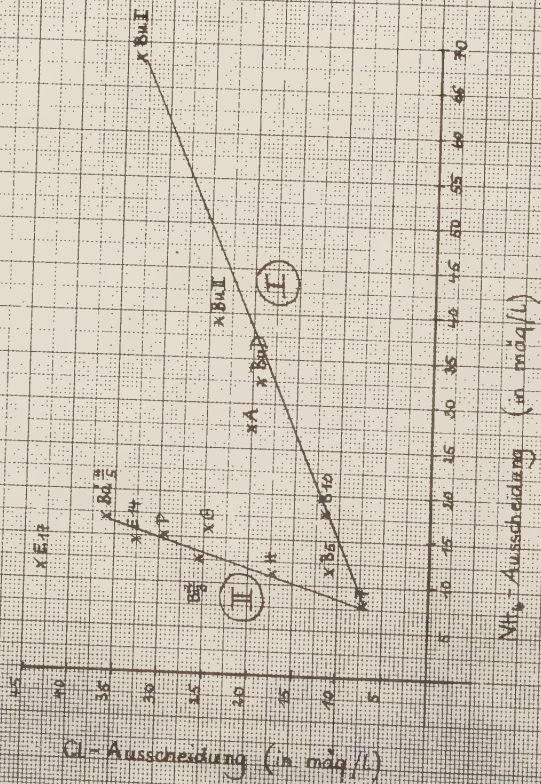


Tabelle 13

C_{VII} HCO_3

Durchschnittl.
Ausscheidung
in mg/l/Tag

		δ M
Bären 4/5	3,0	1,8
Bären 2/3	2,5	0,6
Pomil	2,1	0,05
Frauenmilch	1,9	0,5
Bu 10 %	1,9	0,07
Humana	1,5	0,4
El II 14 %	1,5	0,06
Bu D sä II	1,5	0,3
Glücksklee 2/3	1,4	0,05
Bu 5 %	1,4	0,04
Bu D sä I	1,4	0,05
Butamyl D	0,8	0,1
El II 17 %	0,4	0,01
Alete I	0,2	0,01

Tabelle 14 Statistisch gesicherte Differenzen bei:

HCO₃- Ausscheidung

Al 0,2	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
E17 0,4		x	x	x	x	o	x	x	x	x	x	x			x
BuD 0,8		x	x		x		x		x	x	x		x	x	x
BuI 1,4			x		x								x	x	x
B5 1,4			x		x								x	x	x
Gl 1,4			x		x								x	x	x
BuII 1,5														x	x
E14 1,5			x		x								x	x	x
Hum 1,5														o	x
Bu1o 1,9							x		x	x	x	x	x	x	x
Fm 1,9														x	x
Pom 2,1							x		x	x	x	x	x	x	x
Ba ₃ ² 2,5													x	x	x
Ba ₅ ⁴ 3,0															o
	3,0	2,5	2,1	1,9	1,9	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	0,8	0,4	0,2
	Ba ₅ ⁴	Ba ₃ ²	Pom	Fm	B1o	Hum	E14	BuII	Gl	B5	BuI	BuD	E17	Al	

HCO₃

Am meisten HCO₃ wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 3,0 mEq/l, am wenigsten bei der Alete I mit 0,2 mEq/l ausgeschieden.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 14.

Auf den ersten Blick übersehbare Zusammenhänge waren zwischen Urin p_H und Bikarbonat-Ausscheidung nicht festzustellen. Dagegen fallen reziproke Verhältnisse der Bikarbonat- und Phosphat-Ausscheidung auf.

Diese Zusammenhänge sind aus der graphischen Darstellung (siehe Seite 42), in der HCO₃-Ausscheidungen und HPO₄-Ausscheidungen in Beziehung gesetzt sind, zu ersehen. Ganz allgemein gilt:

Die HCO₃-Ausscheidung ist umso niedriger, je höher die HPO₄-Ausscheidung ist.

Der gleiche p_H-Wert bei Eledon II 17 % und Butamyl D säurefrei II ist daher erklärbar:

Eledon II 17 %: hohe HPO₄-Ausscheidung, niedrige HCO₃-Ausscheidung

Butamyl D sä II: niedrige HPO₄-Ausscheidung, hohe HCO₃-Ausscheidung.

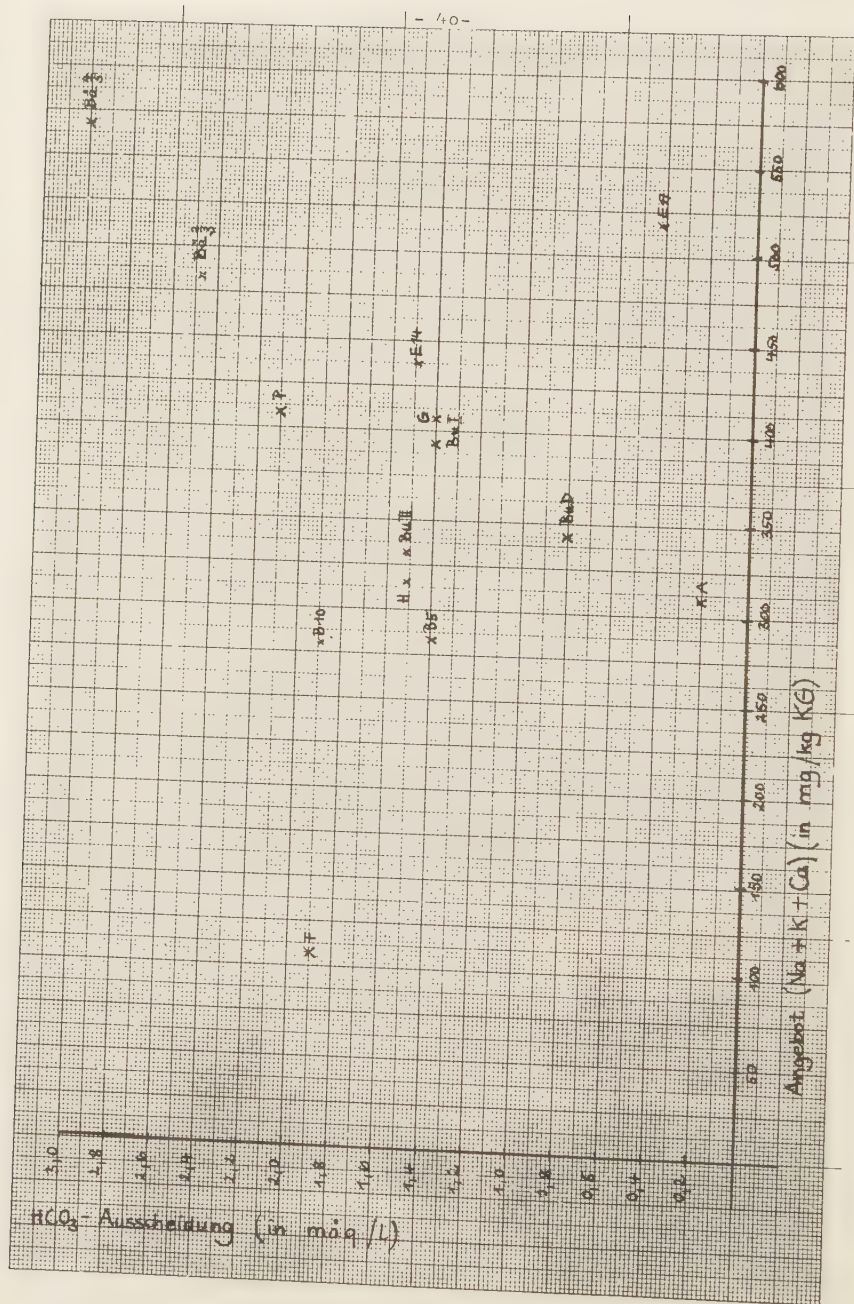
Alete I und Pomil bzw. Butamyl 10 % hatten den gleichen p_H-Wert bei verschiedener HPO₄- bzw. HCO₃-Ausscheidung:

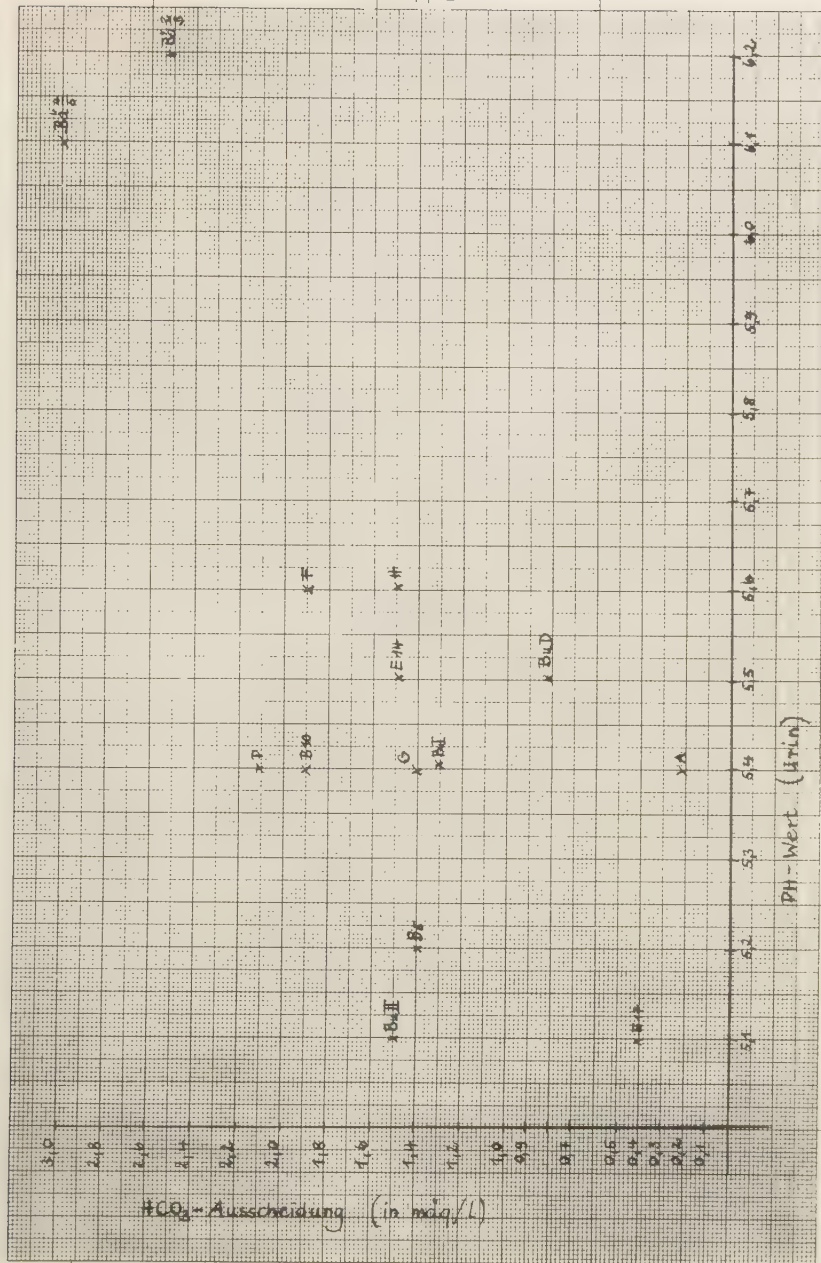
Alete I: hohe HPO₄-Ausscheidung, niedrige HCO₃-Ausscheidung

Pomil: niedrige HPO₄-Ausscheidung, hohe HCO₃-Ausscheidung

Butamyl 10 %: niedrige HPO₄-Ausscheidung, hohe HCO₃-Ausscheidung.

Eine Ausnahme bilden die beiden Verdünnungen der evaporierten Milch Bärenmarke. Kondensmilchen enthalten zur Stabilisierung einen mehr oder weniger hohen Zusatz an Alkaliphosphaten als Puffer, die natürlich wieder ausgeschieden werden müssen. Da das Angebot an fixem Alkali gleichzeitig hoch war, musste trotz der hohen HPO₄-Ausscheidung noch Bikarbonat gebildet werden. Infolge dessen unterscheiden sich beide Milchen mit einem Urin-p_H > 6 deutlich von allen anderen Nahrungen.





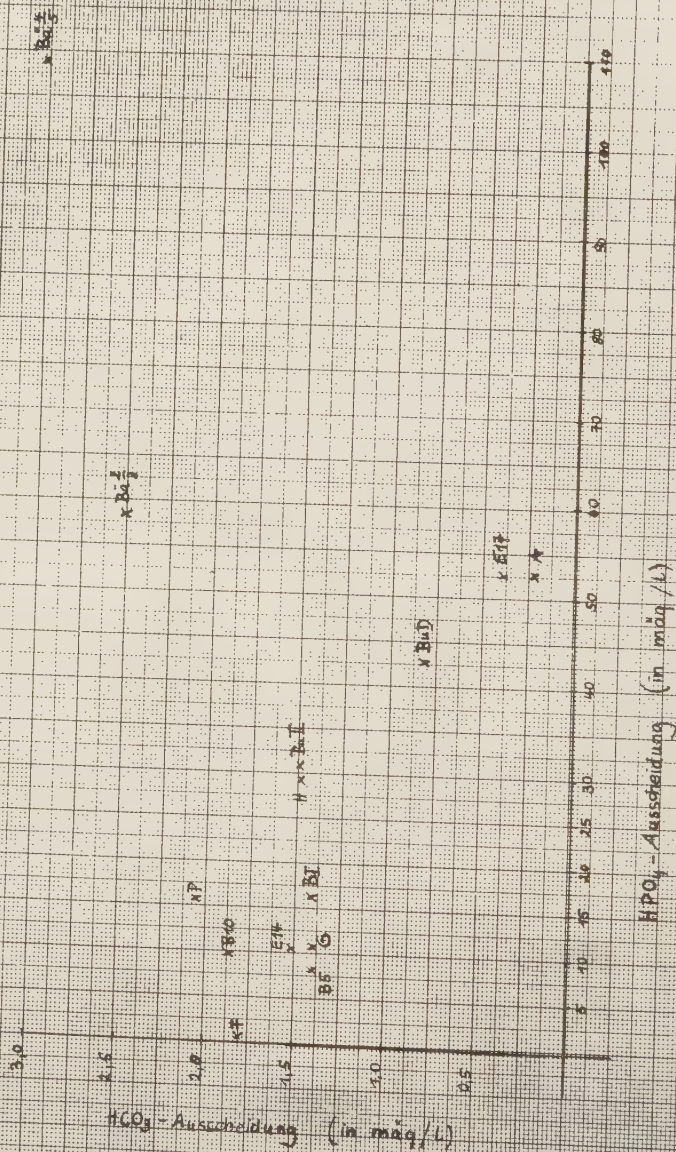


Tabelle 15

C_{VIII} HPO₄

	Durchschnittl. Ausscheidung in mg/l/Tag	♂ M	Durchschnittl. Angebot in mg/kg Körpergew./Tag
Bären 4/5	109,4	19,8	160,2
Bären 2/3	58,8	4,2	127,9
Alete I	52,7	4,1	89,6
El II 17 %	51,8	1,8	124,7
Butamyl D	43,3	3,9	81,8
Bu D sä I	30,7	4,3	75,9
Humana	29,9	0,9	67,7
Bu D sä II	16,6	1,6	62,5
Pomil	15,6	0,5	79,2
Glücksklee 2/3	11,3	1,0	83,8
El II 14 %	11,2	0,4	82,2
Bu 10 %	10,3	0,9	54,0
Bu 5 %	8,2	0,4	56,4
Frauenmilch	1,5	0,1	11,8

Tabelle 16

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

HPO₄ - Ausscheidung

Fm 1,5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
B5 8,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				x
B10 10,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x						x
E14 11,2	x	x	x	x	x	x	x	o	x					x	x
Gl 11,3	x	x	x	x	x	x	x	o	x						x
Pom 15,6	x	x	x	x	x	o	x				x	x	x	x	x
BII 16,6	x	x	x	x	x	o	x				o	o	x	x	x
Hum 29,9	x	x	x	x	o			x	x	x	x	x	x	x	x
BI 30,7	x	x	x	x				o	o	x	x	x	x	x	x
BuD 43,3	o	o						o	x	x	x	x	x	x	x
E17 51,8	o					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Al 52,7	o					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ba ² ₃ 58,8					o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ba ⁴ ₅ 109,4			o	o	o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	109,4 Ba ⁴ ₅	58,8 Ba ² ₃	52,7 Al	51,8 E17	43,3 BuD	30,7 BI	29,9 Hum	16,6 BII	15,6 Pom	11,3 Gl	11,2 E14	10,3 B10	8,2 B5	1,5 Fm	

HPO₄

Das höchste Angebot an HPO₄ wurde bei der Bärenmarke 4/5 mit 160,2 mg/kg Körpergewicht, das niedrigste bei der Frauenmilch mit 11,8 mg/kg Körpergewicht gemessen. Die HPO₄-Ausscheidung war bei der Bärenmarke 4/5 mit 109,4 mäg/l am größten, während sie bei der Frauenmilch mit 1,5 mäg/l am geringsten war.

Einen Überblick über die Signifikanz der gefundenen Differenzen gibt Tabelle 16.

Zwischen Bärenmarke 4/5 und Eledon II 17 % wurde deshalb keine Differenz gesichert, da beide einen sehr hohen Fehler des Mittelwertes (σM) hatten.

HPO₄-Angebot und Ausscheidung (die Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert) verhalten sich zueinander (siehe graphische Darstellung Seite 47) folgendermaßen:

Mit zunehmendem Angebot steigt die Ausscheidung stetig an.

Die Zusammenhänge zwischen HCO₃-Ausscheidung und HPO₄-Ausscheidung (sie verlaufen mit Ausnahme der Bärenmarke 2/3 und Bärenmarke 4/5 umgekehrt proportional) wurden bereits in C_{VII} eingehend besprochen.

Aus der graphischen Darstellung (siehe Seite 48), in der HPO₄-Angebot und Angebot an fixen Basen in Beziehung gesetzt werden, geht folgendes hervor:

Je größer das Angebot an fixen Basen, umso größer ist auch das Angebot an HPO₄.

Verhältnismäßig hoch im Vergleich zum Angebot an fixen Basen war das Angebot an HPO₄ bei der Alete I. Relativ niedrig dagegen erscheint das Angebot an HPO₄ bei Butamyl D säurefrei I und II.

Es ist dementsprechend nicht verwunderlich, daß zwischen HPO₄-Ausscheidung im Urin und dem Angebot an fixen Basen gleichsinnige Beziehungen bestehen. Die Beziehung der beiden Größen zueinander wird allerdings durch die Interferenz mit der Ausscheidung anderer Anionen modifiziert.

Niedrig im Vergleich zum Angebot an fixen Basen ist die HPO₄-Ausscheidung bei Eledon II 14 %, Eledon 17 %, Glücksklee 2/3 und Pomil.

Der Grund hierfür ist zu ersehen in der erhöhten Cl-Ausscheidung dieser Milchen, wie unter C_{VI} bereits festgestellt wurde.

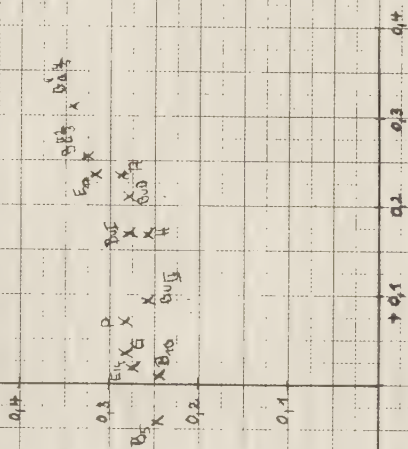
HPO_4 -Ausscheidung und p_H -wert sind mit großen Streuungen, wie aus der graphischen Darstellung (siehe Seite 50) hervorgeht, insofern proportional, als eine sehr hohe HPO_4 -Ausscheidung zu einer Verschiebung des p_H gegen den Neutralpunkt führt.

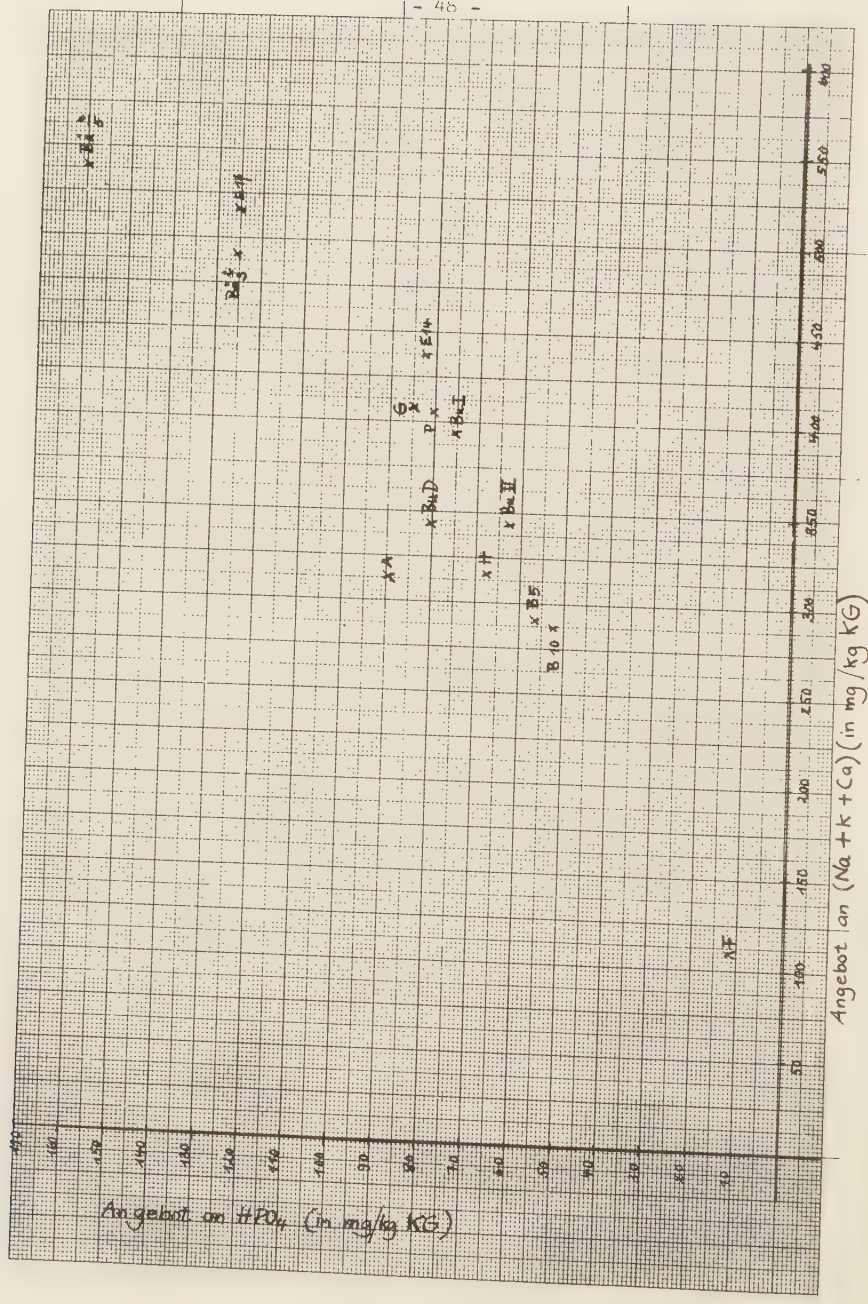
Die genaueren Zusammenhänge wurden schon im Rahmen der HCO_3 -Ausscheidungen (siehe C_{VII}) besprochen.

(Siehe auch: C_X : Titrationsacidität).

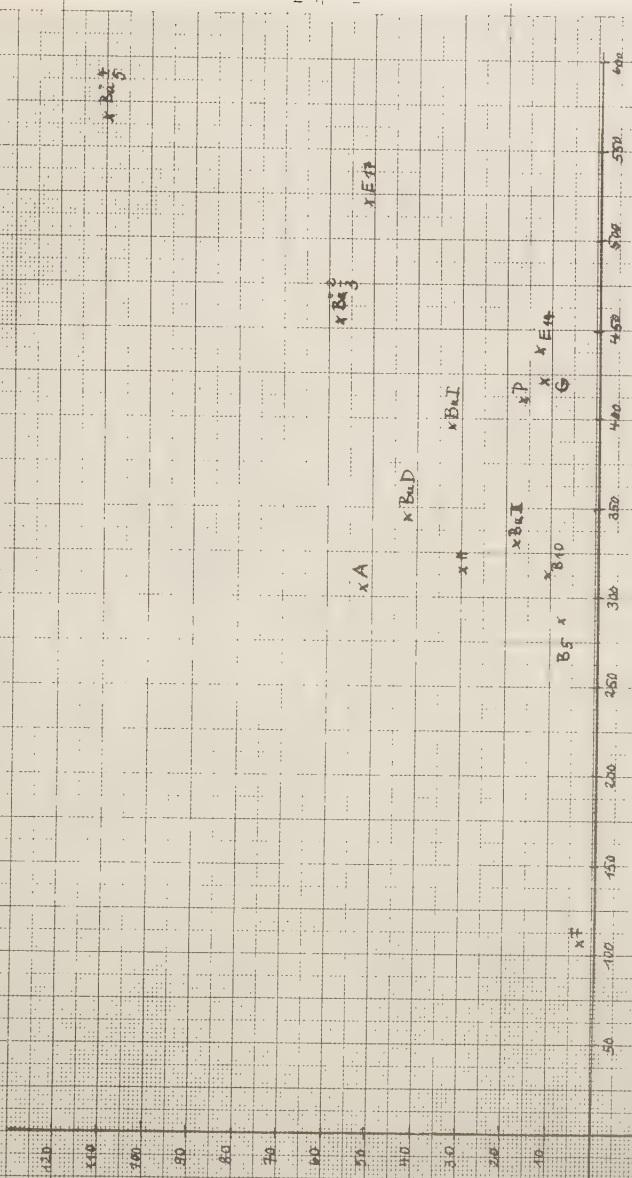
HPO_4 - Angebot (in mg/kg KG)
 (doppelt log.)

HPO_4 - Ausscheidung (in mg/l) (doppelt log.)

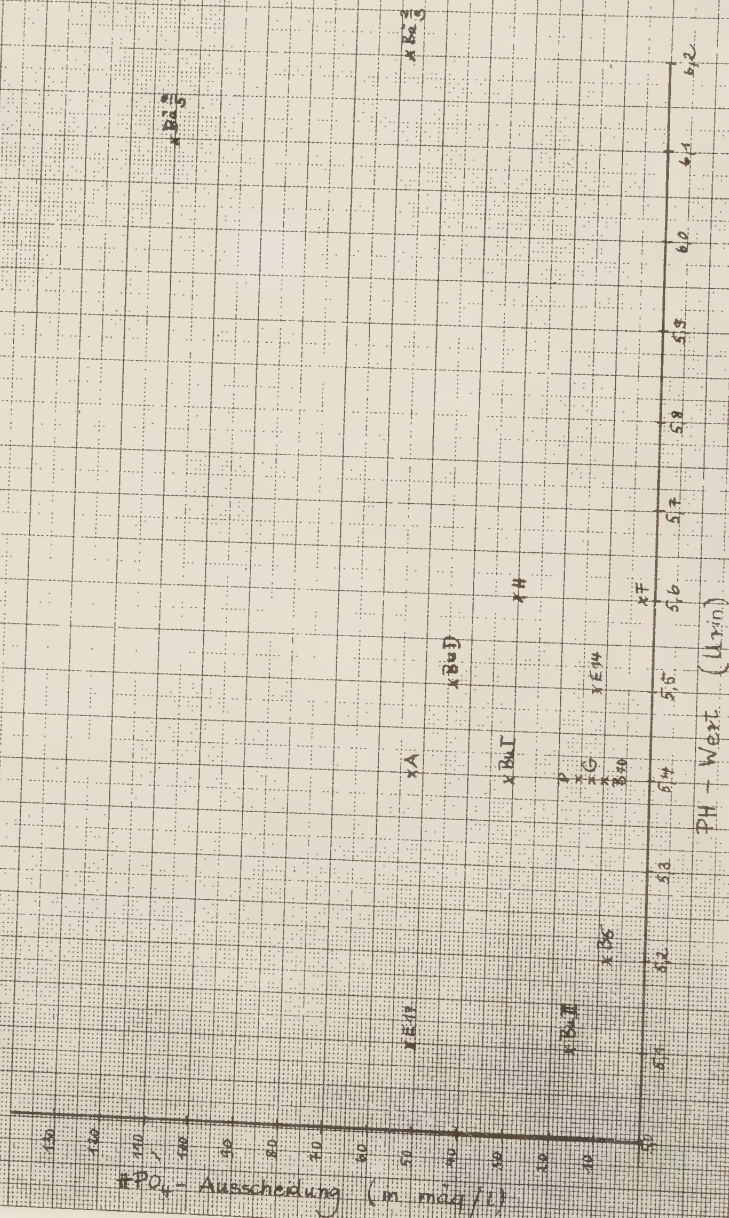




HPO_4^- Ausscheidung (in mg / kg)



Angebot an (Na + K + Ca) (in mg / kg KG)



PH - Wert (Urin)

Tabelle 17

C_{IX} Säurerest

Durchschnittl. Ausscheidung in mäg/l/Tag		♂ M
Bu D sä I	171,6	0,4
Bu D sä II	107,7	6,9
Bären 4/5	85,5	16,9
Pomil	60,4	2,3
Butamyl D	60,2	5,5
Glücksklee 2/3	59,9	2,7
El II 14 %	59,8	1,8
Bu 10 %	50,4	2,8
Bären 2/3	46,9	6,9
El II 17 %	46,8	2,7
Bu 5 %	38,3	0,7
Alete I	32,1	2,9
Humana	20,5	1,5
Frauenmilch	19,3	1,9

Säurerest (Urin)

Die Säurerest-Ausscheidung war bei der Butamyl D säurefrei I mit 171,6 maq/l am höchsten, während sie bei der Frauenmilch mit 19,3 maq/l am kleinsten war.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 18.

Stickstoff-Angebot und Säurerest-Ausscheidung verhielten sich zueinander (siehe graphische Darstellung Seite 54) folgendermaßen:

Bei größerer Stickstoff-Zufuhr wurde auch die Säurerest-Ausscheidung größer.

In der graphischen Darstellung (siehe Seite 55), in der das Angebot an fixen Basen mit der Ausscheidung an Säurerest verglichen wird, ist zu erkennen:

Je größer das Angebot an fixen Basen, umso größer ist die Ausscheidung ^{der} von Säurerest.

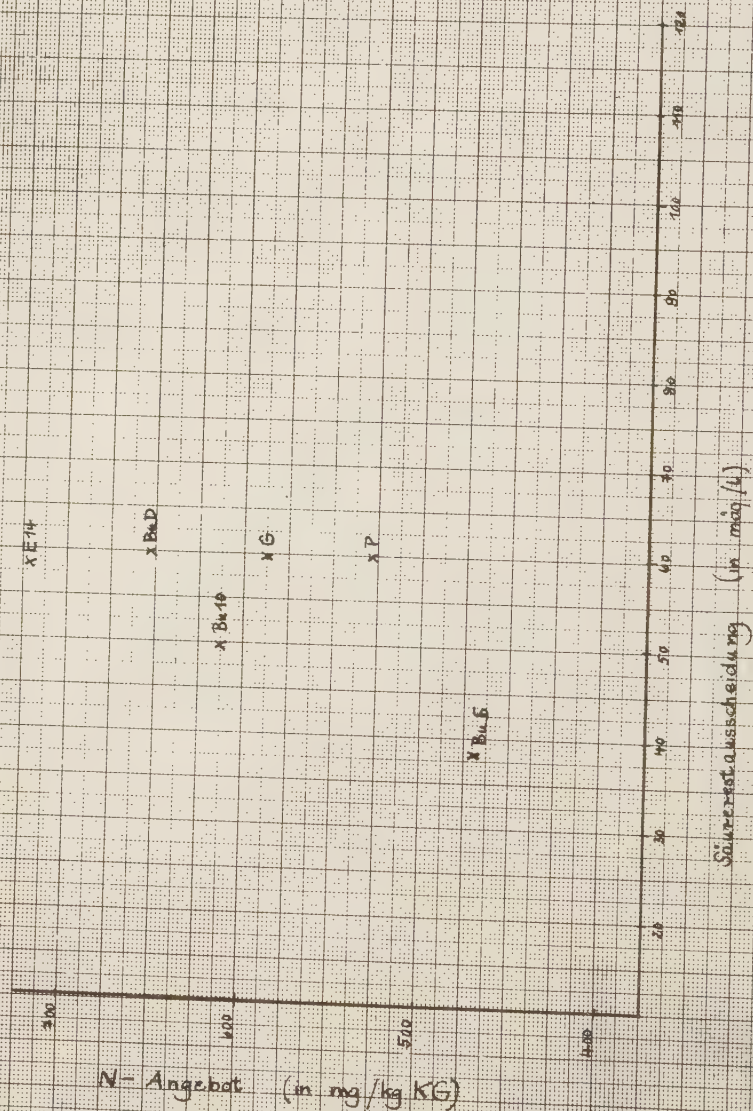
Sehr hoch im Verhältnis zum Angebot an (Na + K + Ca) ist die Säurerest-Ausscheidung bei der Butamyl D säurefrei I und II.

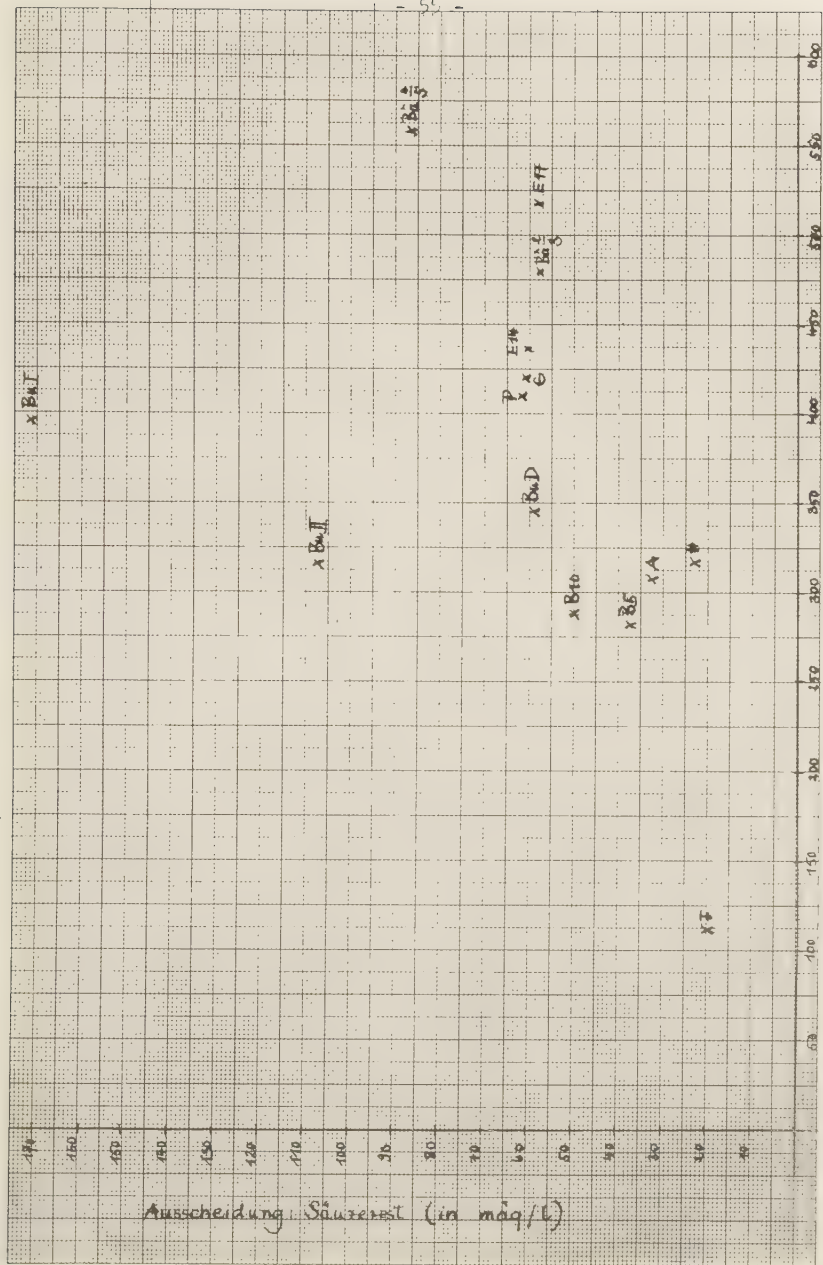
Setzt man Säurerest und Ausscheidung an fixen Basen (Na bzw. K bzw. Ca) jeweils in graphischen Darstellungen (siehe die Seiten 56, 57 und 58) in Beziehung, so sieht man, daß eine höhere Säurerest-Ausscheidung auch mit einer höheren Ausscheidung von fixen Basen verbunden ist.

Ungewöhnlich viel Na und K wurde bei der Bärenmarke 4/5 im Verhältnis zum Säurerest ausgeschieden. Dies ist auf das hohe Angebot an Na und K bei dieser Milch zurückzuführen. (Siehe auch C_{II} , C_{III} und C_{IV}).

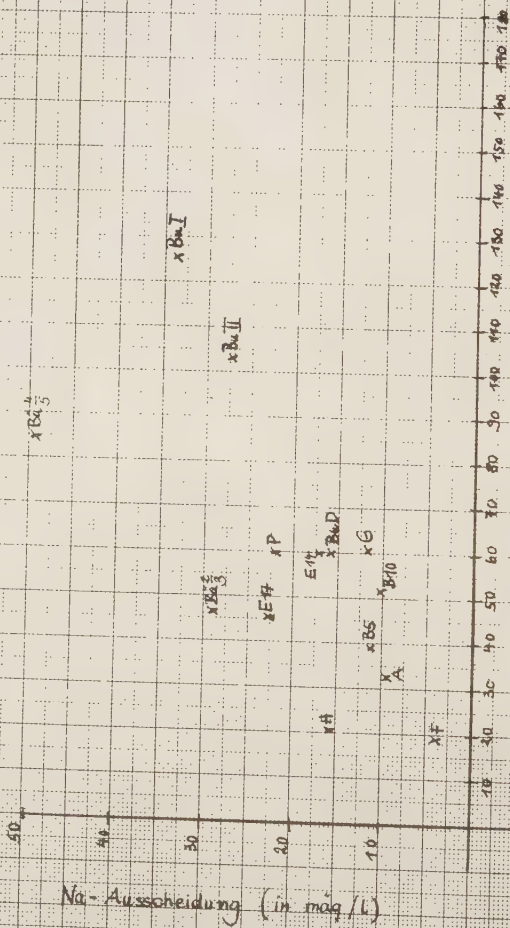
Die Abhängigkeit der NH_4 -Ausscheidung und Säurerest-Ausscheidung wurde bereits besprochen. (Siehe C_V).

(Siehe auch: C_{XI} : Säurerest : p_H (Urin)).





Angebot an (Na + K + Ca) (in mg/kg KG)

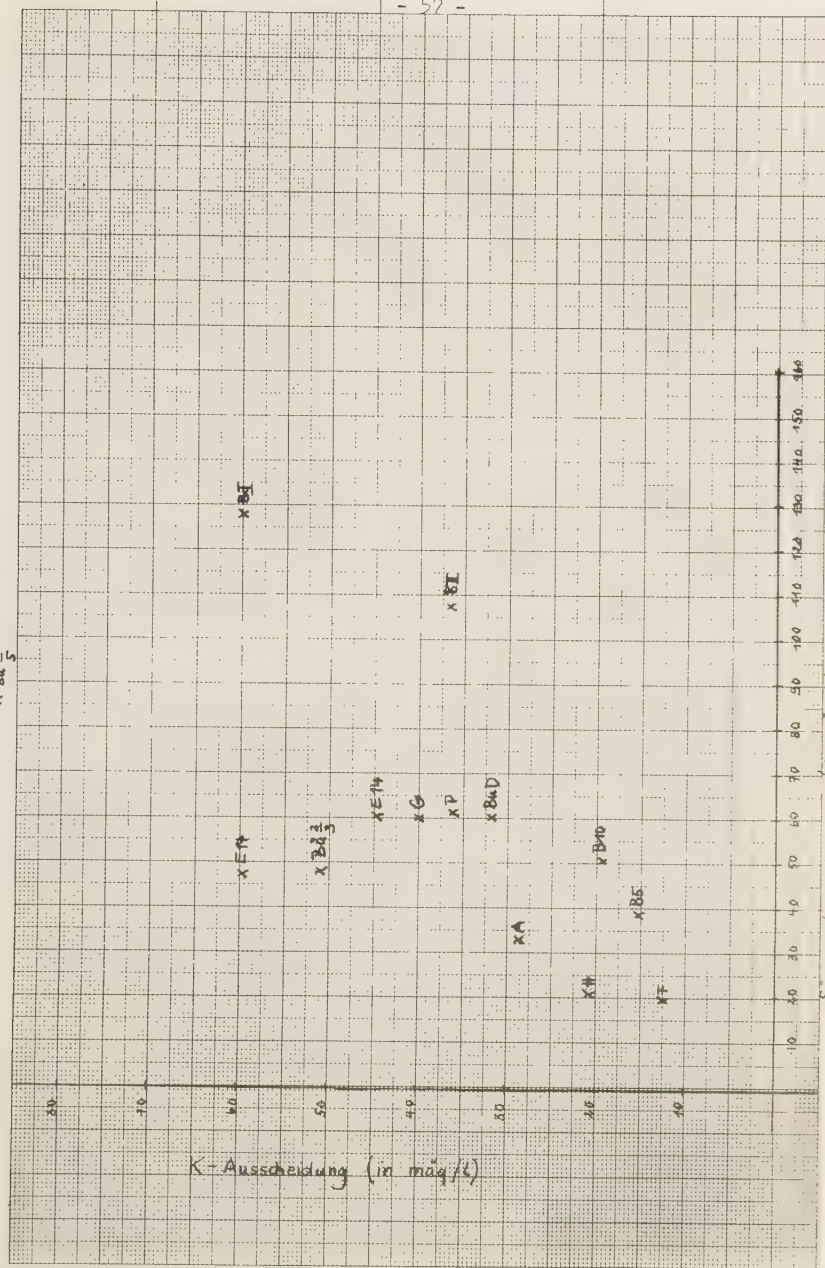


$\times B_{85} \frac{1}{2}$

90 +

K-Ausscheidung (in mg/L)

Säurerestausscheidung (in mg/L)



x Bw I

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Ca-Ausscheidung (mg/l)

x Bw II

x Bw D

x B10

x E46

x B5

x B17

x A

x B

x P

x B13

x B19

x Bw 2

Säurerestausscheidung (in mg/l)

150

140

130

120

110

100

90

80

70

60

50

40

30

20

10

Tabelle 19

C_X Titrierbare Acidität

Durchschnittl.
Ausscheidung
in mg/l/Tag

		4 M
Bären 4/5	80,7	3,2
Bu D sä I	59,2	5,0
Bu D sä II	40,3	2,8
El II 17 %	37,1	1,2
Alete I	36,3	2,3
Bären 2/3	35,7	4,9
Butamyl D	35,6	3,0
Fomil	32,8	1,3
Glücksklee 2/3	28,3	1,7
El II 14 %	25,4	1,3
Bu 10 ‰	23,7	1,5
Humana	19,1	1,4
Bu 5 %	18,7	1,0
Frauenmilch	5,3	0,5

Tabelle 20

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

Titrationssacidität (Urin)

Fm 5,3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
B5 18,7	x	x	x	x	x	o	x	x	x	x					x
Hum 19,1	x	x	x	x	x	o	x	x	x	x					x
B10 23,7	x	x	x	x	x		x	x							x
E14 25,4	x	x	x	x	x		o	x						x	x
Gl 28,3	x	x	x	x										x	x
Pom 32,8	x	x									x	x	x	x	x
BuD 35,6	x	x									o	x	x	x	x
Ba ² ₅ 35,7	o	o												o	o
Al 36,3	x	x										x	x	x	x
E17 37,1	x	x									x	x	x	x	x
BuII 40,3	o	o									x	x	x	x	x
BuI 59,2				o	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x
Ba ⁴ ₅ 80,7				o	x	x	o	x	x	x	x	x	x	x	x
	80,7	59,2	40,3	37,1	36,3	35,7	35,6	32,8	28,3	25,4	23,7	19,1	18,7	5,3	
	Ba ⁴ ₅	BuI	BuII	E17	Al	Ba ² ₅	BuD	Pom	Gl	E14	B10	Hum	B5	Fm	

Titrationssacidität

Die Titrationsacidität war bei der Bärenmarke 4/5 mit 80,7 mäs/l am größten, bei der Frauenmilch mit 5,3 mäs/l am geringsten.

über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 20.

Die graphische Darstellung (siehe Seite 62), die die HPO_4 -Ausscheidung in Abhängigkeit von der Titrationsacidität zeigt, läßt genau das erkennen, was schon aus der Abhängigkeit HPO_4 -Ausscheidung : Säurerest zu ersehen war:

Allgemein steigt mit höherer Titrationsacidität auch die HPO_4 -Ausscheidung.

Diese an sich gültige Feststellung wird modifiziert durch eine hohe Titrationsacidität (Bu saurefrei I und II), eine hohe Phosphatausscheidung, die durch hohes Angebot bedingt ist (Ba 2/3) oder eine relativ niedrige HPO_4 -Ausscheidung bei den durch hohes Angebot bedingten Cl-Konzentrationen im Urin (Pomil, Glücksklee).

Bei Butamyl D saurefrei I und Butamyl D saurefrei II ist die HPO_4 -Ausscheidung im Verhältnis zur Titrationsacidität relativ niedrig. Dementsprechend ist ihre Bikarbonat-Ausscheidung höher. Im Vergleich mit anderen Milchen, die gleiche oder geringere HPO_4 -Ausscheidungen haben, ist die Titrationsacidität bei Butamyl D saurefrei I und Butamyl D saurefrei II sehr hoch. Dies liegt an dem hohen Säurerest dieser Milchen.

Chlor-Ausscheidung und Titrationsacidität hängen, wie aus der graphischen Darstellung (siehe Seite 63) zu ersehen ist, folgendermaßen voneinander ab:

Je höher die Titrationsacidität ist, umso höher ist auch die Chlor-Ausscheidung.

Hohe Werte im Vergleich zur Titrationsacidität weisen Eledon II 14 % und Eledon II 17 % in der Chlor-Ausscheidung auf (aufgrund ihres relativ hohen Cl-Angebotes bzw. Ausscheidung). (Siehe auch C_{VI}).

Titrationssacidität und Höhe d. An- bzw. Kationensaule sind proportional, wie aus der graphischen Darstellung (siehe Seite 64) ersehen werden kann (def.gemäß).

Das ist deswegen nicht verwunderlich, weil die Titrationsacidität ein Bestandteil des Harnionogramms ist.

x BaCl_2

x BaCl_2

x BaCl_2

x P

x G

x Fe^{2+}

x S^{2-}

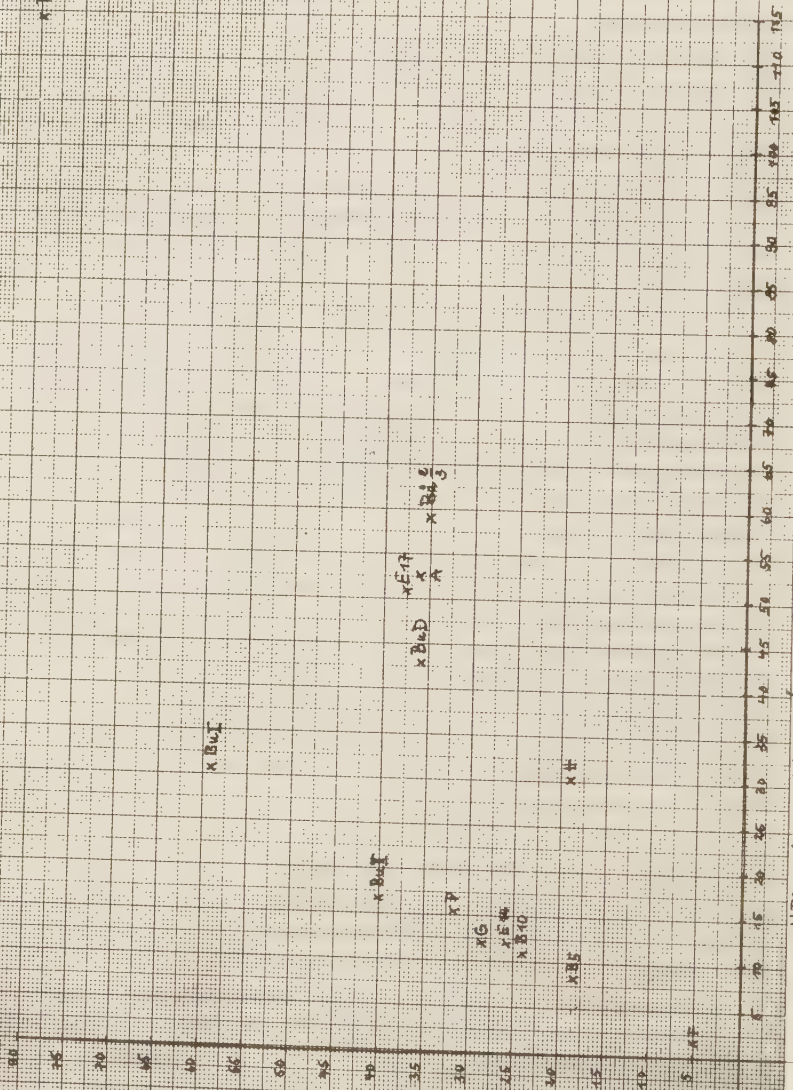
x BaCl_2

x P

x BaCl_2
x Fe^{2+}
x BaCl_2

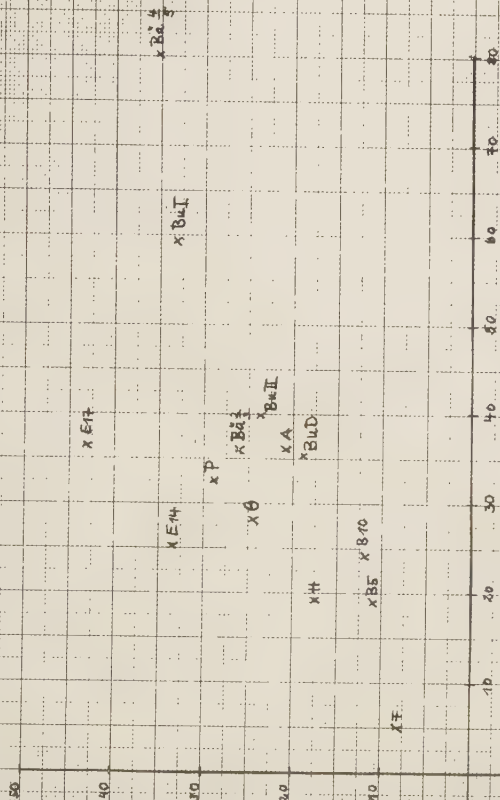
Titrationssacidität (in mg/L)

HPO_4 - Ausscheidung (in mg/L)



Q. Ausscheidung (in mg/l)

Titrationssacidität (in mg/l)



Titrationsacidität (in mg/L)

Ausscheidung an ANIONEN bzw. KATIONEN (in mg/L)

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

x_{Na}

Tabelle 21

C_{XI}	p_H -wert	(Urin)
		σ^M
Bu D sä II	5,1	0,01
El II 17 %	5,1	0,01
Bu 5 %	5,2	0,04
Bu D sä I	5,4	0,04
Pomil	5,4	0,04
Bu 10 %	5,4	0,01
Glücksklee 2/3	5,4	0,03
Alete I	5,4	0,01
Butamyl D	5,5	0,01
El II 14 %	5,5	0,03
Humana	5,6	0,04
Frauenmilch	5,6	0,06
Baren 4/5	6,1	0,05
Bären 2/3	6,2	0,04

Tabelle 22

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

P H - Wert (Urin)

Ba ² ₃ 6,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Ba ⁴ ₅ 6,1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Fm 5,6	x	x	x	o		o		x					x	x
Hum 5,6	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x
E14 5,5	x	x	x	o		o							x	x
BuD 5,5	x	x	x										x	x
Al 5,4	x	x	x									x	x	x
Gl 5,4	x	x	x									x		x
B1o 5,4	x	x	x							o	x	o	x	x
Pom 5,4	x	x	x								x		x	x
BuI 5,4	x	x	x							o	x	o	x	x
B 5 5,2				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
E17 5,1				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BuII 5,1				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	5,1	5,1	5,2	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,5	5,5	5,6	5,6	6,1	6,2
	BuII	E17	B 5	BuI	Pom	B1o	Gl	Al	BuD	E14	Hum	Fm	Ba ⁴ ₅	Ba ² ₃

p_H-wert (Urin)

Der p_H-wert war bei der Butamyl D säurefrei I und bei der Eledon II 17 % mit 5,1 am kleinsten (sauer), bei Bärenmarke 2/3 mit 6,2 am größten (basisch).

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 22.

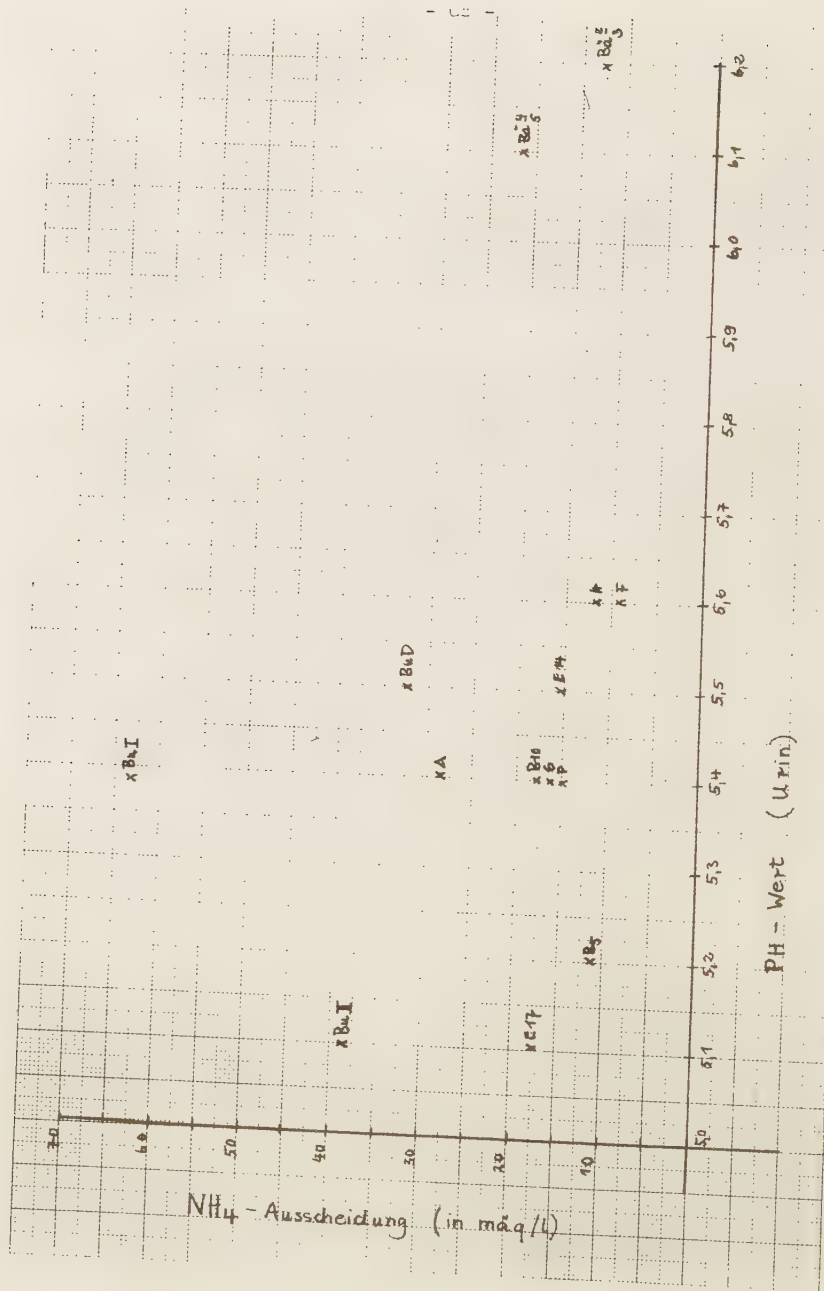
Wie schon früher gezeigt wurde (siehe unter C_{VII} und C_{VIII}), hängt der p_H-Wert vor allem von der HCO₃- und HPO₄-Ausscheidung ab. Je mehr HCO₃ bzw. HPO₄ ausgeschieden wird, umso weniger sauer ist der p_H-wert. HCO₃- und HPO₄-Ausscheidungen sind indirekt proportional.

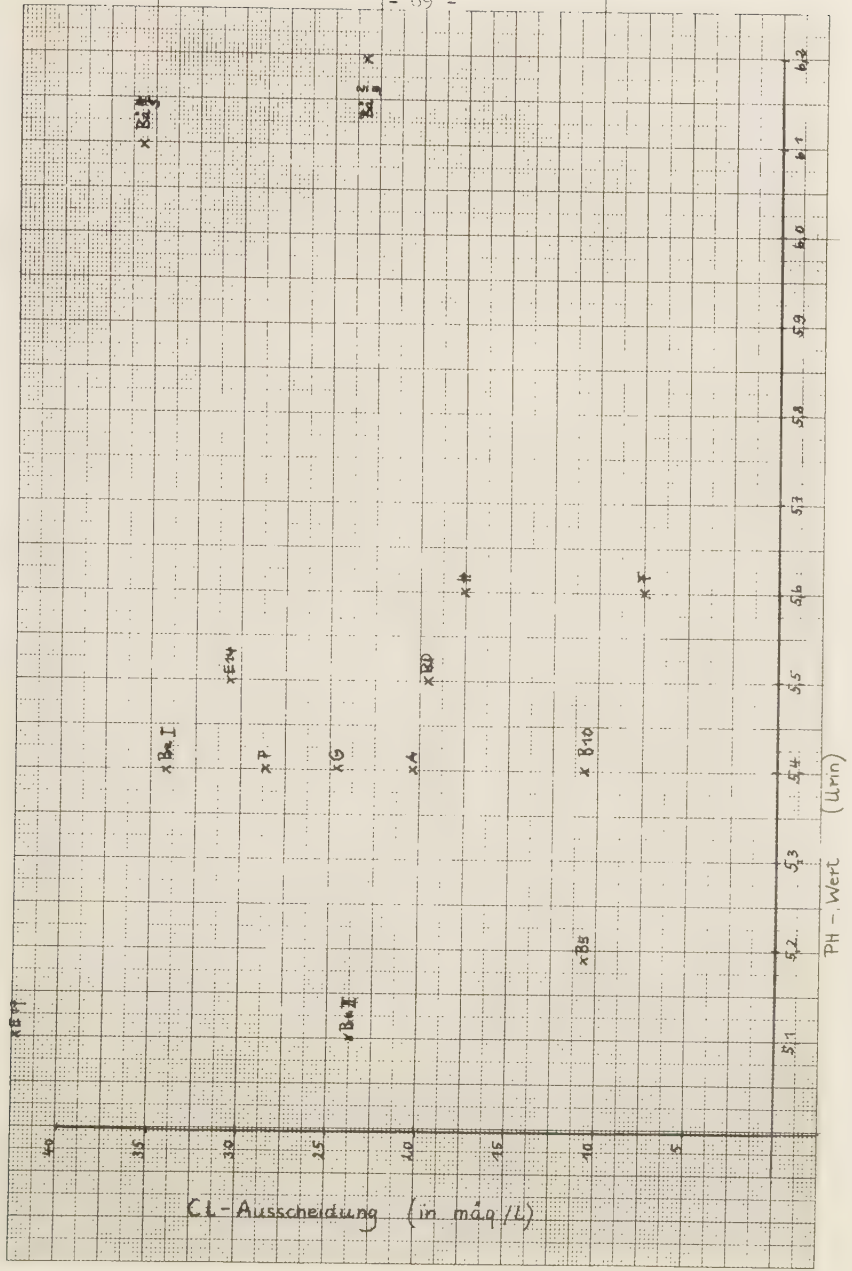
Demgegenüber sind alle anderen Zusammenhänge (NH₄-Ausscheidung s. Abb. 7, Cl-Ausscheidung s. Abb. 6, Säurerest s. Abb. 7) nur sehr mittelbar.

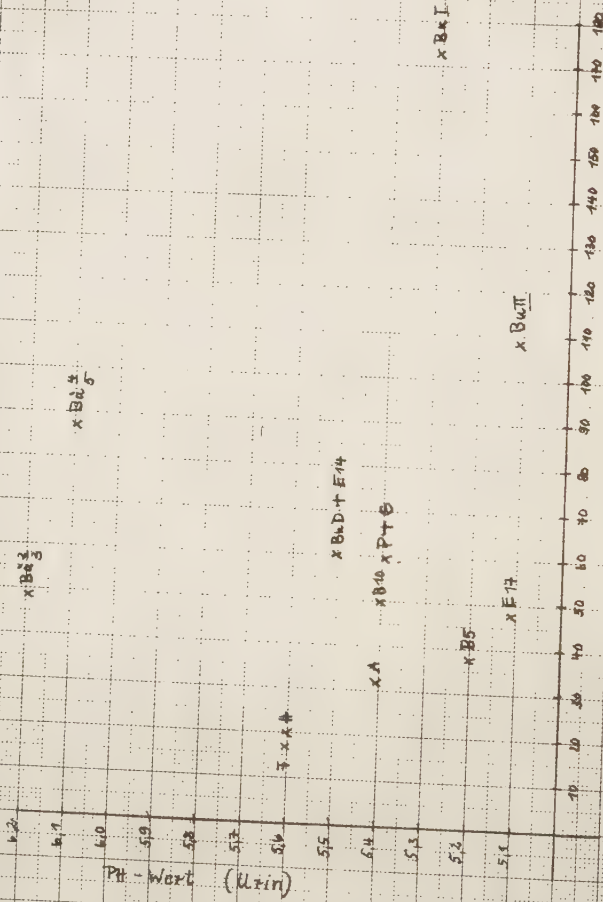
9 68

6 69

7 70







Sauerestau (in mg/l)

Tabelle 23

C_{XII} Flüssigkeitszufuhr

	Durchschnittl. Zufuhr in ml/kg Körpergew./Tag
Bu 5 %	179,6
Humana	171,3
Bu D sa I	170,0
El 17 %	169,5
Butamyl D	168,4
Pomil	165,5
Alete I	163,9
Bu 10 %	163,9
Bu D sa II	163,5
Glücksklee 2/3	163,4
Frauenmilch	163,1
El II 14 %	160,0
Bären 2/3	159,4
Bären 4/5	155,9

Tabelle 24

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

Flüssigkeitszufuhr in
ml/kg Körpergewicht

155,9	Bä ⁴ ₅	x	x	x	x	x					x	x							
159,4	Bä 2/3		o																
160,0	E 14			x	x	o													
163,1	Fm																		
163,4	Gl				o														x
163,5	Bu II		x	x															x
163,9	Bu 10																		
163,9	Al																		
165,5	Pom																		
168,4	Bu D																		x
169,5	E 17																	o	x
170,0	Bu I																		
171,3	Hum																		
179,6	Bu 5																		
		Bu5	Hum	BuI	E17	BuD	Pom	Al	Bu10	BuII	Gl	Fm	E14	Bä ² ₅	Bä ⁴ ₅				
		179,6	171,3	170,0	169,5	168,4	165,5	163,9	163,9	163,5	163,4	163,1	160,0	159,4	155,9				

Flüssigkeitszufuhr

Die Flüssigkeitszufuhr war bei der Butamyl 5 % mit 179,9 ml/kg Körpergewicht am größten, bei der Bärenmarke 4/5 mit 155,9 ml/kg am kleinsten.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 24.

Die Flüssigkeitszufuhr der einzelnen Milchen unterschied sich also nicht sehr, d.h.:

fast bei allen Milchen war die Flüssigkeits-
zufuhr praktisch gleich.

Interessant ist es, anhand der graphischen Darstellung (siehe Seite) die Flüssigkeitszufuhr mit dem Angebot an Gesamtkationen zu vergleichen:

Bei fast gleicher Flüssigkeitszufuhr nimmt die
Zufuhr an Gesamtkationen von der Frauenmilch bis
zur Bärenmarke 4/5 ständig zu.

Vergleicht man z.B. Frauenmilch und Bärenmarke 4/5, so sieht man, daß die Flüssigkeitszufuhr statistisch gleich war, die Gesamtkationenzufuhr aber bei der Bärenmarke 4/5 fünfmal höher war. Die Bärenmarke 4/5 wies auffallenderweise mit dem höchsten Angebot an Gesamtkationen die niedrigste Flüssigkeitszufuhr auf.

(Siehe auch: C_{XIII}: Flüssigkeitsausscheidung (ml)

C_{XIV} : Flüssigkeitsausscheidung (ml/kg Körpergew.)

C_{XV} : spez. Gewicht (Urin)).

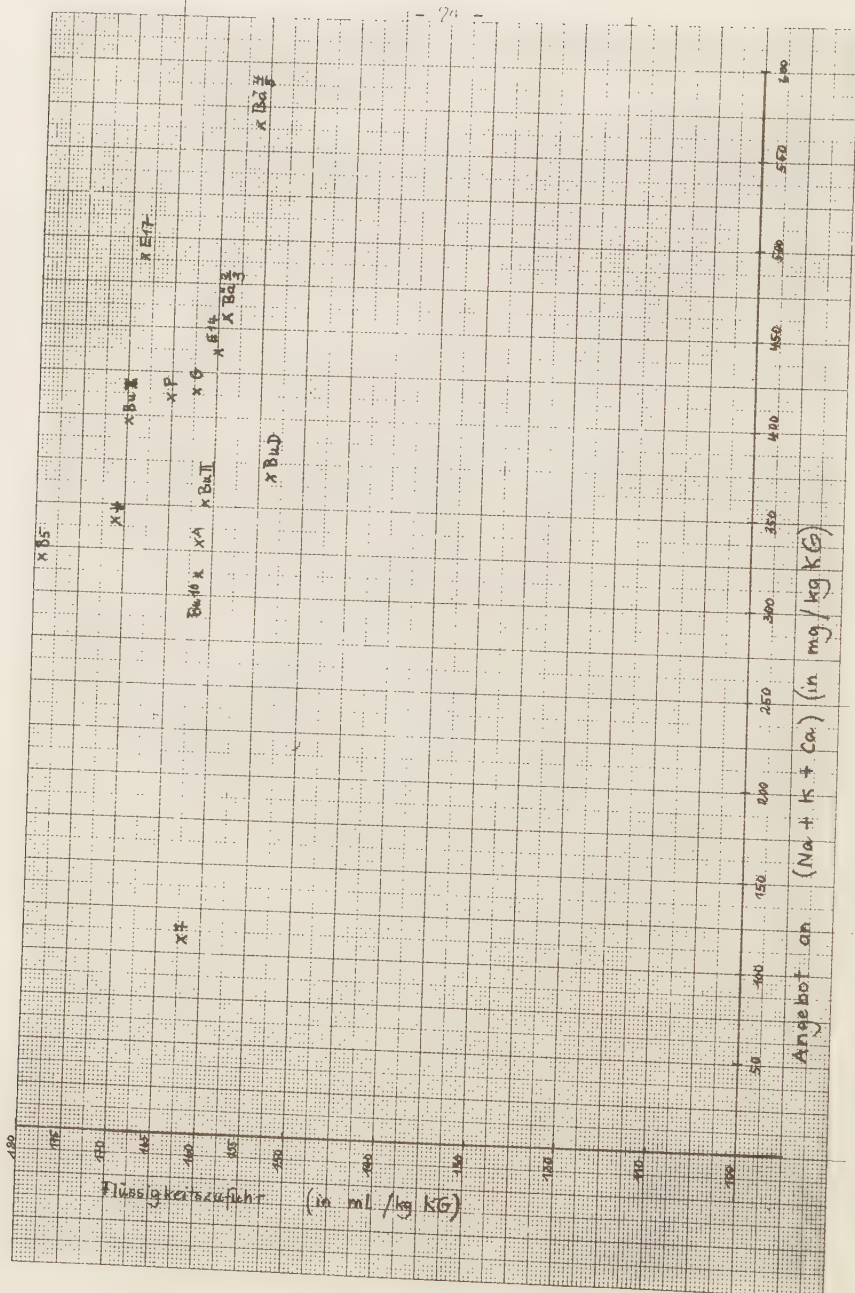


Tabelle 25

C_{XIII} Flüssigkeits-Ausscheidung (ml)

	Durchschnittl. Ausscheidung in ml/pro Tag	♂ M
Bu 5 %	176,6	12,7
Humana	168,7	4,5
El II 14 %	166,9	6,7
El II 17 %	162,2	6,5
Bären 2/3	149,5	18,0
Frauenmilch	149,4	10,3
Glückskelee 2/3	149,1	2,0
Alete I	143,0	11,7
Pomil	133,8	19,0
Bu 10 %	127,7	11,1
Butamyl D	109,4	8,0
Bären 4/5	86,1	4,7
Bu D sä II	82,2	8,9
Bu D sä I	50,7	3,5

Flüssigkeitsausscheidung in ml

50,7	Bu I	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
82,2	Bu II	x	x	x	x		x	x	x		o			x	
86,1	Bä 4/5	x	x	x	x		x	x	x		x			x	
109,4	Bu D	x	x	x	x		o	x						x	
127,7	Bu 1o	o	x	o	o								x	o	
133,8	Pom													x	
143,0	Al												x	x	
149,1	Gl		x										x	x	
149,4	Fm												o	x	
149,5	Bä 2/3													x	
162,2	E 17												o	x	
166,9	E14												o	x	
168,7	Hum												o	x	
176,6	Bu 5												o	x	
		Bu 5	Hum	E14	E17	Bä 2/3	Fm	Gl	Al	Pom	Bu1o	Bu D	Bä 4/5	Bu II	Bu I
	176,6	168,7	166,9	162,2	149,5	149,4	149,1	143,0	133,8	127,7	109,4	86,1	82,2	50,7	

Flüssigkeitsausscheidung in ml / Tag

Die Flüssigkeits-Ausscheidung in ml war bei der Butamyl 5 % mit 176,6 ml am größten, während sie bei der Butamyl D säurefrei I mit 50,7 ml am kleinsten war.

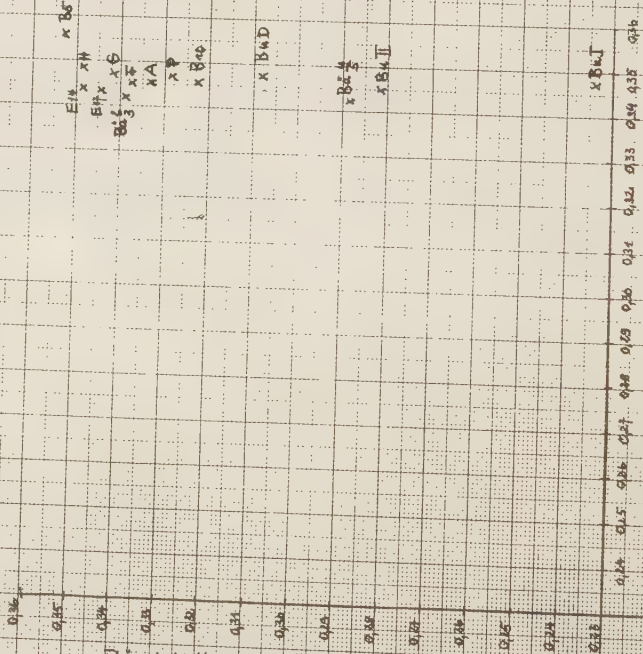
Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 26.

Vergleicht man die Flüssigkeits-Ausscheidung in ml mit der Flüssigkeitszufuhr in ml/kg Kö. in der graphischen Darstellung (siehe Seite 78) - die Werte wurden jeweils doppelt logarithmiert - so sieht man:

Bei fast gleicher Zufuhr steigt die Ausscheidung von Butamyl D säurefrei I bis Butamyl 5 % stetig an. (Gleiches Resultat wie bei Flö.-Zufuhr : Flö.-Ausscheidung in ml/kg Körpergew.; siehe: C_{XIV}).

Setzt man Flüssigkeits-Ausscheidung in ml in Beziehung zu Flüssigkeits-Ausscheidung in ml/kg Körpergewicht (siehe graphische Darstellung Seite 79), so sieht man, daß diese beiden Werte proportional sind.

Differenzen sind erklärbar durch das verschiedene Körpergewicht der einzelnen Säuglinge.



Flüssigkeitszufuhr (in ml/kg KG)

0.15

0.2

0.25

0.3

0.35

0.4

0.45

0.5

0.55

0.6

0.65

0.7

0.75

0.8

x B₄I

0.11

0.12

0.13

0.14

0.15

0.16

0.17

0.18

0.19

0.20

0.21

0.22

0.23

0.24

0.25

0.26

0.27

Flüssigkeitsausscheidung (in ml)

x B₅

E₄

x B₂

x A

x F

x P

x B₁₀

x B₁₁

x B₁₂

x B₁₃

x B₁₄

x B₁₅

Flüssigkeitsausscheidung (in ml / kg KG)

Tabelle 27

C_{XIV} Flüssigkeits-Ausscheidung in ml/kg KG.

	Durchschnittl. Ausscheidung in ml/kg Körpergew./Tag	Σ M
Bu 5 %	85,3	5,1
Frauenmilch	74,9	3,9
Humana	74,7	4,9
El II 14 ‰	70,1	2,5
El II 17 ‰	69,5	4,3
Glücksklee 2/3	66,9	2,0
Pomil	62,2	7,2
Bären 2/3	57,0	6,7
Alete I	56,9	3,7
Bu 10 %	51,7	3,5
Butamyl D	41,1	2,8
Bären 4/5	37,6	5,3
Bu D sä II	32,8	3,1
Bu D sä I	20,0	1,4

Tabelle 28

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

Flüssigkeitsausscheidung in
ml/kg Körpergewicht

BuI 20,0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
BuII 32,8	x	x	x	x	x	x	x		x	x				x
Ba ⁴ ₅ 37,6	x	x	x	x	x	x			o					x
BuD 41,1	x	x	x	x	x	x			x					x
B1o 51,7	x	x	x	x	x	x							x	x
Al 56,9	x	x	o	o							x	o	x	x
Ba ² ₃ 57,0	o													x
Pom 62,2													x	x
G1 66,9	x									x	x	x	x	x
E17 69,5										x	x	x	x	x
E14 70,1									o	x	x	x	x	x
Hum 74,7									o	x	x	x	x	x
Fm 74,9									x	x	x	x	x	x
Bu5 85,3						x		o	x	x	x	x	x	x
	85,3	74,9	74,7	70,1	69,5	66,9	62,2	57,0	56,9	51,7	41,1	37,6	32,8	20,0
	Bu5	Fm	Hum	E14	E17	G1	Pom	Ba ² ₃	Al	Bu1o	BuD	Ba ⁴ ₅	BuII	BuI

Flüssigkeits-Ausscheidung (in ml/kg Körpergewicht)

Am meisten Flüssigkeit wurde bei der Butamyl 5 % mit 85,3 ml/kg Körpergewicht ausgeschieden, am wenigsten bei der Butamyl D saurefrei I mit 20,0 ml/kg Körpergewicht.

Über die statistische Signifikanz der gefundenen Differenzen unterrichtet Tabelle 28.

Der Grund dafür ist zu erkennen, wenn man die graphische Darstellung (siehe Seite 84) betrachtet, in der die An- bzw. Kationenausscheidung mit der Flüssigkeits-Ausscheidung ml/kg Körpergewicht in Beziehung gesetzt ist. Es ergibt sich hierbei:

Die Ausscheidung ist umso höher, je niedriger
die An- bzw. Kationenausscheidung ist.

Butamyl 5 % weist bei niedriger An- bzw. Kationenausscheidung die höchste Ausscheidung auf, während Butamyl D saurefrei I bei sehr hoher An- bzw. Kationenausscheidung die geringste Ausscheidung hat.

Erklärbar ist dies, wenn man anhand der graphischen Darstellung (siehe Seite 85) zu gleicher Zeit die Abhängigkeit An- bzw. Kationenausscheidung : spez. Gewicht prüft. Man sieht:

Je höher die An- bzw. Kationenausscheidung ist,
umso höher wird das spez. Gewicht.

Spezifisches Gewicht und Flüssigkeits-Ausscheidung sind ^{umgekehrt} indirekt proportional, spezifisches Gewicht und An- bzw. Kationenausscheidung sind direkt proportional und Flüssigkeits-Ausscheidung und An- bzw. Kationenausscheidung sind ^{umgekehrt} indirekt proportional.

0,128 +

0,127 -

0,126 -

0,125 -

0,124 -

0,123 -

0,122 -

0,121 -

0,120 -

0,119 -

0,118 -

0,117 -

0,116 -

0,115 -

0,114 -

0,113 -

0,112 -

0,111 -

0,110 -

x B5

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

x x

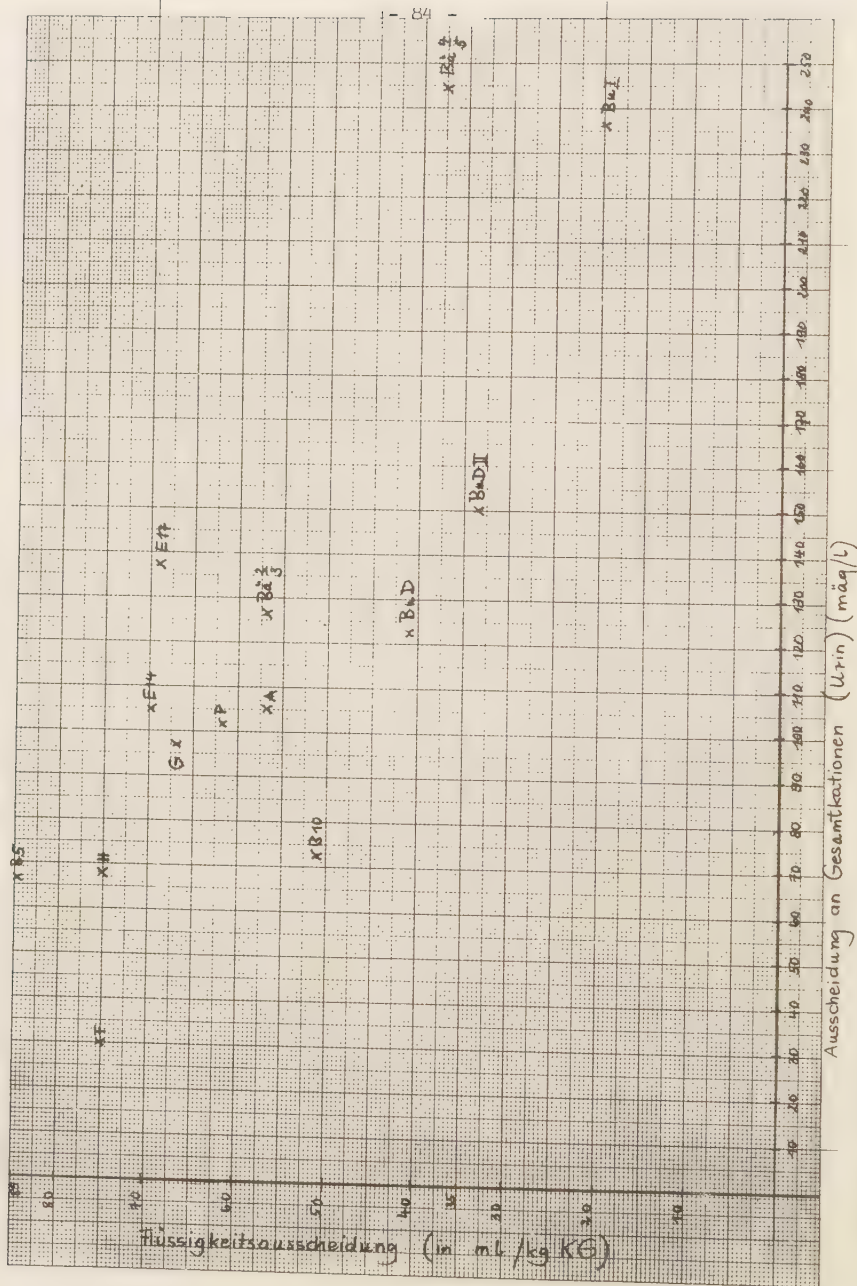
x x

x x

Flüssigkeitsausscheidung (in ml/kg KG)

0,15 0,14 0,13 0,12 0,11 0,10 0,09 0,08 0,07 0,06 0,05 0,04 0,03 0,02 0,01

Flüssigkeitszufuhr (in ml/kg KG)



1024

1022

1020

1018

1016

1014

1012

1010

1008

1006

1004

1002

Spezifisches Gewicht (Urin)

x 82.5

x 8.1

x 8.2

x 8.7

x 8.4

x 8.4

x 8.7

x 8.4

x 8.5

x 8.7

Gesamtkationenausscheidung (Urin) (mg/L)

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250

Tabelle 29

C_{XV} Spezifisches Gewicht (Urin)

Bu D sa I	1022
Bären 4/5	1022
Bu D sa II	1017
Butamyl D	1014
Bären 2/3	1014
El II 17 %	1012
Alete I	1011
Glücksklee 2/3	1010
El II 14 %	1010
Pomil	1009
Bu 10 %	1007
Humana	1007
Frauenmilch	1006
Bu 5 %	1005

[illegible]

Spezifisches Gewicht (Urin)

Das spezifische Gewicht war bei der Bärenmarke 4/5 und der Butamyl D säurefrei I mit 1022 am höchsten, während es bei der Butamyl 5 % mit 1005 am geringsten war.

Bei allen Milchen mit Ausnahme der Butamyl D säurefrei II waren die mittleren Fehler der Mittelwerte sehr hoch. Aus diesem Grunde war nur die Butamyl D säurefrei II statistisch größer als Pomil, Butamyl 10 % und Frauenmilch. Alle anderen Werte unterschieden sich statistisch nicht (Siehe hierzu Tabelle 30)

Das spezifische Gewicht der meisten Milchen lag im physiologischen Bereich und schwankte dabei hauptsächlich zwischen 1010 und 1012.

Betrachtet man in der graphischen Darstellung (siehe Seite 89), in der spezifisches Gewicht und Flüssigkeits-Ausscheidung in ml/kg KG. in Beziehung gesetzt sind, die Abhängigkeit dieser Größen voneinander, so sieht man folgendes:

Je größer die Flüssigkeits-Ausscheidung, umso
kleiner das spezifische Gewicht.

Im Kapitel Flüssigkeits-Ausscheidung in ml/kg KG. wurde schon die Abhängigkeit des spezifischen Gewichtes von der jeweiligen An- bzw. Kationenausscheidung besprochen. Man sah dabei folgendes:

Bei hoher An- bzw. Kationenausscheidung:
hohes spez. Gewicht, kleine Flüss.-Ausscheidung,
bei niedriger An- bzw. Kationenausscheidung:
kleines spez. Gewicht, hohe Flüss.-Ausscheidung.

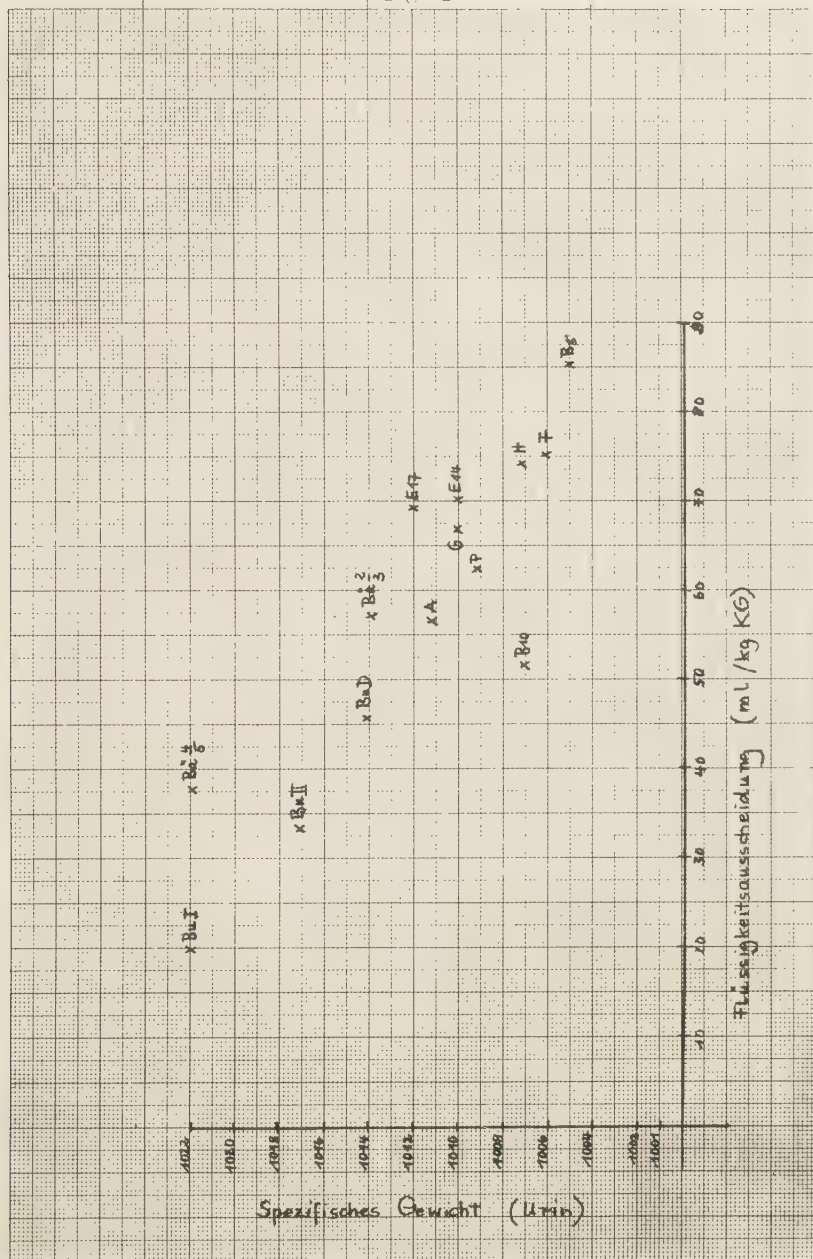


Tabelle 31

C_{XVI} Quotient: $\frac{\text{Ca} + \text{K} + \text{Na}}{\text{Ges.-Kationen}}$ (Ausscheidung)

Bären 2/3	0.64
Eledon II 17 %	0.62
Eledon II 14 %	0.62
Bären 4/5	0.59
Frauenmilch	0,565
Humana	0,56
Pomil	0,55
Glücksklee 2/3	0,55
Butamyl 5 %	0,50
Butamyl D säurefrei II	0,475
Butamyl D säurefrei I	0,46
Butamyl 10 %	0,46
Butamyl D	0,45
Alete I	0,39

Mittelwert: 0,530 $\pm$ 0,035

Quotient: $\frac{\text{Ca} + \text{K} + \text{Na}}{\text{Ges. Kationen}}$ (Ausscheidung)

Am höchsten war der Quotient bei der Barenmarke mit 0,64, am niedrigsten bei der Alete I mit 0,39.

Der Quotient gibt Auskunft über die Ausscheidung von Ca, K und Na (fixe Basen) im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung.

Ein großer Quotient bedeutet:

Hohe Ausscheidung an fixen Basen im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung;

ein kleiner Quotient bedeutet:

Niedrige Ausscheidung an fixen Basen im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung.

Zwei Faktoren beeinflussen den Quotienten in folgender Weise:

1) NH_4 -Ausscheidung

Je größer die NH_4 -Ausscheidung, desto kleiner wird der Quotient, d.h. es werden fixe Basen in geringerem Maße ausgeschieden.

2) Titrationssacidität

Je größer die Titrationssacidität ist, desto kleiner wird der Quotient, d.h. es werden wenig fixe Basen im Verhältnis zur Kationen-Ausscheidung ausgeschieden.

Ist also ein Quotient groß, so ist entweder:

- a) Titrationssacidität sehr klein im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung
und
- b) NH_4 -Ausscheidung mittelgroß im Verhältnis zu Gesamt-Kationen-Ausscheidung und umgekehrt

oder

- a) Titrationssacidität klein im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung,
und
- b) NH_4 -Ausscheidung klein im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung.

Ist dagegen der Quotient klein, so ist entweder:

- a) Titrationssacidität mittelgroß im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung,

und

- b) NH_4 -Ausscheidung groß im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung und umgekehrt

oder

- a) Titrationsacidität hoch im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung,
und
b) NH_4 -Ausscheidung hoch im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung.

Die graphischen Darstellungen (siehe Seiten 96 und 97), in denen der Quotient in Beziehung gesetzt wird, zur NH_4 -Ausscheidung bzw. zur Titrationsacidität, bestätigen dies:

Je größer die Titrationsacidität bzw. die NH_4 -Ausscheidung ist, desto kleiner wird der Quotient.

Es zeigen sich bei der Titrationsacidität nenenswerte Ausnahmen, die sogleich näher besprochen werden sollen (siehe Beispiele 1-4).

Um einen richtigen Aufschluß zu bekommen, warum der Quotient groß oder klein ist, d.h. warum viele bzw. wenige fixe Basen im Verhältnis zur Gesamt-Kationen-Ausscheidung ausgeschieden wurden, muß man also die Titrationsacidität und die NH_4 -Ausscheidung gemeinsam betrachten: (Im Folgenden sind die Bezeichnungen "große", "mittlere" und "kleine" NH_4 -Ausscheidung bzw. Titrationsacidität natürlich immer in Bezug auf das Harnionogramm zu sehen):

1) Bärenmarke 2/3

NH_4 -Ausscheidung: sehr gering,
Titrationacidität: relativ niedrig,
höchster Quotient,
hohe (Na + K + Ca)-Ausscheidung;

2) Eledon II 17 %

NH_4 -Ausscheidung: gering,
Titrationacidität gleich wie bei Alete I, Bärenmarke 2/3,
Butamyl D und Pomil, obwohl die Gesamt-Kationen-Ausscheidung bei Eledon II 17 % größer als bei allen genannten Milchen ist.
Sehr hoher Quotient,
hohe (Na + K + Ca)-Ausscheidung.

3) Eledon II 14 %

NH₄-Ausscheidung: etwas geringer,
Titrationsacidität bei Alete I größer als bei Eledon 14 %, obwohl gleiche Gesamt-Kationen-Ausscheidung,
Titrationsacidität gleich mit Butamyl 10 %, obwohl Gesamt-Kationen-Ausscheidung bei Butamyl 10 % kleiner.
Hoher Quotient,
hohe (Na + K + Ca)-Ausscheidung.

4) Bärenmarke 4/5

NH₄-Ausscheidung: sehr gering,
Titrationsacidität: mit Ausnahme der Butamyl D säurefrei I ist die bei Bärenmarke 4/5 höher als bei allen anderen Milchen.
Großer Quotient,
große (Na + K + Ca)-Ausscheidung.

5) Frauenmilch

NH₄-Ausscheidung: relativ groß;
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: Im Bereich des Mittelwertes.

6) Humana

NH₄-Ausscheidung: etwas erhöht,
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: Im Bereich des Mittelwertes.

7) Pomil

NH₄-Ausscheidung: etwas erhöht,
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: Im Bereich des Mittelwertes.

8) Glücksklee 2/3

Mittlere NH₄-Ausscheidung,
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: Im Bereich des Mittelwertes.

9) Butamyl 5 %

Mittlere NH₄-Ausscheidung,
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: Im Bereich des Mittelwertes.

- 10) Butamyl D säurefrei II
 NH_4 -Ausscheidung: relativ groß,
mittlere Titrationsacidität.
Quotient: gering unter dem Mittelwert.
- 11) Butamyl D säurefrei I
 NH_4 -Ausscheidung: sehr groß,
mittlere Titrationsacidität.
kleiner Quotient.
- 12) Butamyl 10 %
 NH_4 -Ausscheidung: etwas erhöht,
mittlere Titrationsacidität.
kleiner Quotient,
kleine (Ca + K + Na)-Ausscheidung.
- 13) Butamyl D
 NH_4 -Ausscheidung: groß
Titrationsacidität gleich mit Eledon 17 %, obwohl Eledon 17 %
größere Gesamt-Kationen-Ausscheidung hat,
Titrationsacidität: relativ groß.
sehr kleiner Quotient,
kleine (Na + K + Ca)-Ausscheidung.
- 14) Alete I
 NH_4 -Ausscheidung: sehr groß
Titrationsacidität gleich mit Butamyl D, Bärenmarke 2/3, Eledon
II 17 % und Butamyl D säurefrei II, obwohl Gesamt-Kationen-Aus-
scheidung bei genannten Milchen größer war als bei Alete I.
Titrationsacidität bei Alete I größer als bei Eledon II 14 %,
Gesamt-Kationen-Ausscheidung gleich.
Kleinsten Quotient,
kleinste (Na + K + Ca)-Ausscheidung.

Allgemein läßt sich sagen, daß vor allem bei Bärenmarke 2/3, Bären-
marke 4/5, Eledon II 14 % und Eledon 17 % im Verhältnis zur Ge-
samtkationenanzahl viele fixe Basen (Na + K + Ca), bei allen Butamyl-
milchen, vor allem aber bei der Alete I, wenig fixe Basen (Na + K
+ Ca) ausgeschieden wurden.

In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits dargelegt, daß diese

Unterschiede im Wesentlichen auf einem unterschiedlichen Angebot an fixen Basen bestehen.

0.44

Quotient

0.43

0.42

0.56

0.19

0.41

0.52

0.50

0.48

0.44

0.44

0.42

0.40

0.38

Gesamtkationen

Na+K+Ca

x Ba²⁺₃x E⁴⁺x Ba²⁺₅x F⁻x H⁺

x S x P

x B⁵⁺x Ba²⁺_{II}x Ba²⁺_Ix B¹⁰⁺x B¹⁰⁺

x A

Itrationsacidität (in mg/L)

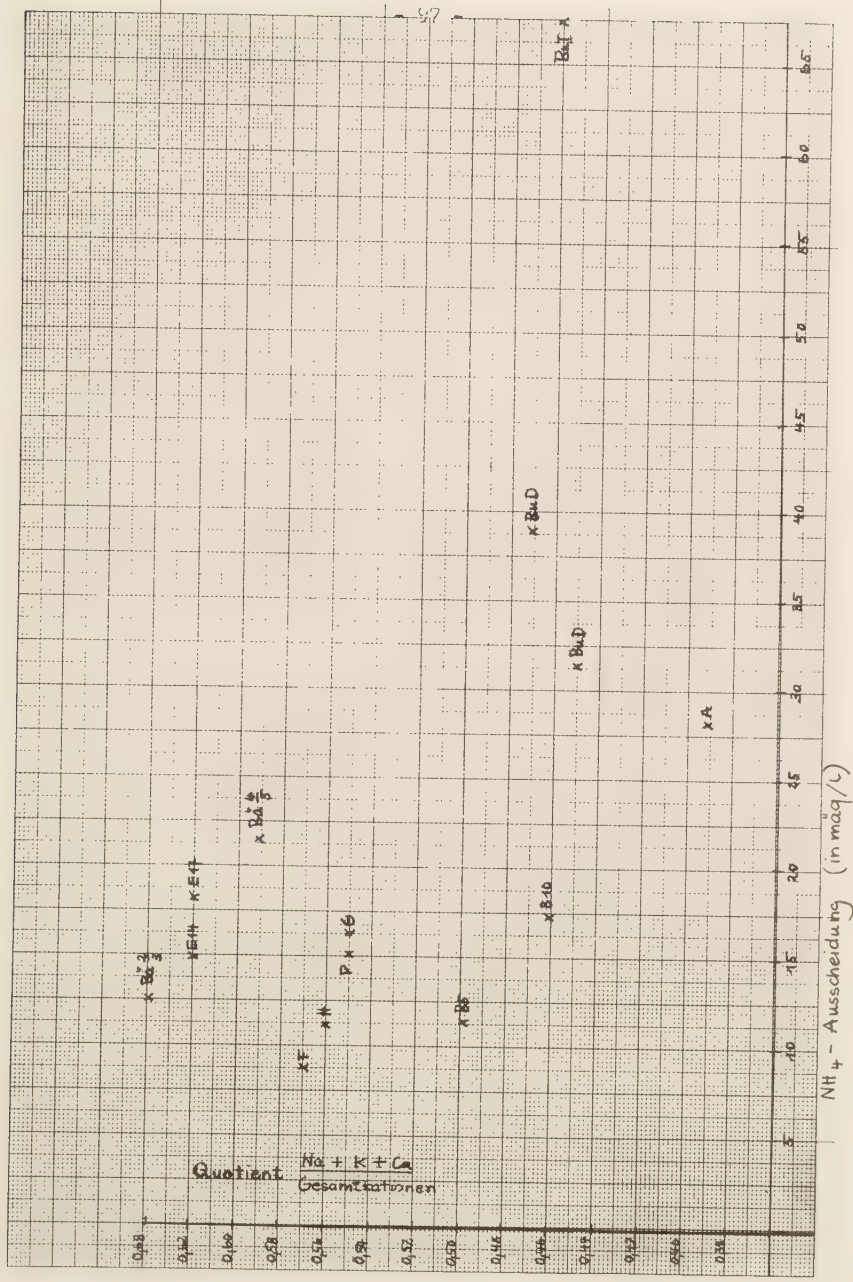


Tabelle 32

C _{XVII}	<u>p_H-Wert</u>	(Blut)
Humana + FN (1:1)	7,40	
Eledon II	7,40	
Butamyl D	7,40	
Glücksklee 2/3	7,40	
Pelargon 4/5	7,39	
Butamyl 10 %	7,39	
Butamyl D säurefrei	7,39	
Humana	7,39	
Zwielmilch	7,38	
Butamyl 5 %	7,36	
Frauenmilch	7,34	

Tabelle 33

Statistisch gesicherte Differenzen bei:

Blut - PH-Wert

[illegible]

Blut-p_H-Wert

Der niedrigste Blut-p_H-Wert wurde bei der Frauenmilch mit 7,34, der höchste bei Humana + FN, Eledon II, Butamyl D und Glücksklee 2/3 mit jeweils 7,40 gemessen.

Die gemessenen Mittelwerte (p_H-Blut) lagen bei 10 von insgesamt 11 zum Teil gesäuerten, zum Teil ungesäuerten Milchen in dem von ASTRUP für einen gesunden Erwachsenen angegebenen Normbereich von 7,35 - 7,43. Nur der p_H-Wert der Frauenmilch blieb mit 7,34 gering darunter.

Der p_H-Wert der Frauenmilch war statistisch kleiner als der aller anderen Milchen mit Ausnahme der Butamyl 5 % und der Zwiemilch. Alle anderen Milchen wiesen in ihren Blut-p_H-Werten keine statistisch gesicherten Differenzen auf. (Siehe hierzu Tabelle 33).

Interessant ist es, anhand der graphischen Darstellung (siehe Seitel 1) die prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte beim Blut-p_H-Wert zu betrachten:

Der Mittelwert aus 170 Einzeluntersuchungen mit 60 Säuglingen betrug 7,39. 144 Meßergebnisse lagen in dem für einen gesunden Erwachsenen von ASTRUP ermittelten Normbereich von 7,35 bis 7,43. Das sind 85 % der gemessenen Einzelwerte. 8 % (14 .) lagen darunter und 7 % darüber. Von den 14 gemessenen Einzelwerten, die darunter lagen, stammten 8 (= 75 %) von der Frauenmilch.

Abschließend kann also über den Blut-p_H-Wert gesagt werden:

Bei den handelsüblichen Säuglingsnahrungen, ob gesäuert oder ungesäuert, waren keine signifikanten Abweichungen in ihren Blut-p_H-Werten festzustellen.

PROZENTUALE HÄUFIGKEITSVERTEILUNG
DER EINZELWERTE BEI
BLUT - PH - WERT

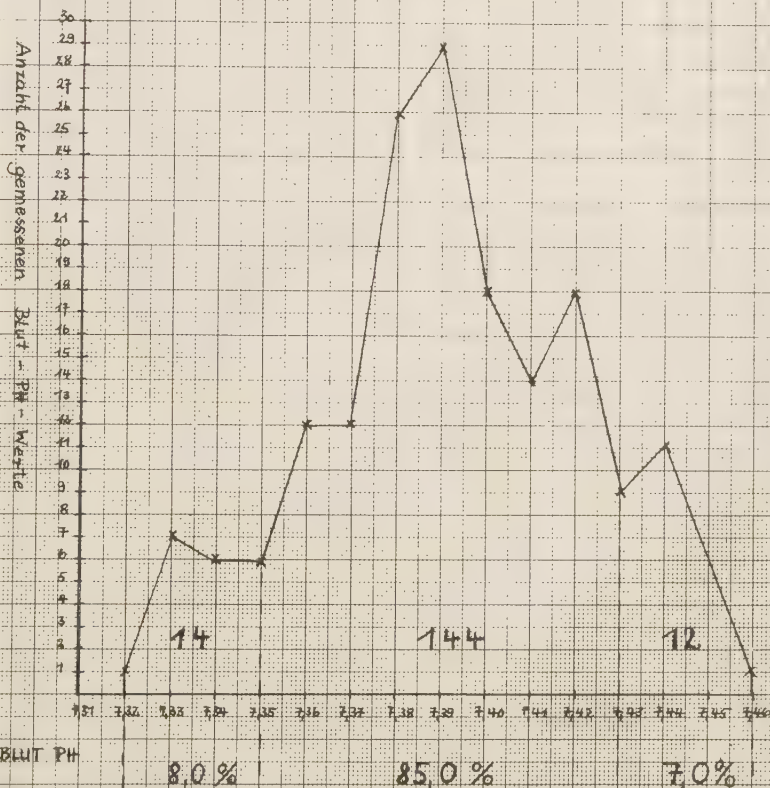


Tabelle 34

C_{XVIII} Standard-Bikarbonat Basenüberschuß

	Durchschnittl. Standard-Bikarbonat in mg/l	Basenüberschuß
Butamyl D	24,5	+ 3,4
Butamyl 10 %	23,5	+ 1,2
Humana + FN	23,4	+ 0,9
Butamyl D sä	23,3	+ 0,6
Pelargon 4/5	23,1	+ 0,6
Eledon II	22,9	+ 0,2
Zwiemilch	22,8	+ 0,1
Glücksklee 2/3	22,6	- 0,2
Humana	22,6	- 0,14
Frauenmilch	21,6	- 1,8
Butamyl 5 %	21,5	- 1,9

Tabelle 35

Statistisch gesicherte Differenzen bei:
Standard - Bikarbonat (Blut)

BuD 24,5	x	x											
Bu1o 23,5													
Hum _{IN} 23,4													
Busa 23,3													
re ₅ ⁴ 23,1													
ElIII 22,9													
Zwm 22,8													
Gl ₅ ² 22,6													
Hum 22,6													
Fm 21,6													
Bu5 21,5													
	21,5	21,6	22,6	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,4	23,5	24,5		
	Bu 5	Fm	Hum	Gl ₅ ²	Zwm	ElIII	re ₅ ⁴	Busa	Hum _{IN}	Bu1o	BuD		

Standard-Bikarbonat

Der Standard-Bikarbonatwert war bei der Butamyl D mit 24,5 mÄq/l am größten, während er bei der Butamyl 5 % mit 21,5 mÄq/l am geringsten war.

Der Basenüberschuß war dementsprechend bei der Butamyl D mit + 3 am größten, während es bei der Butamyl 5 % mit - 1,9 das größte Basendefizit zu verzeichnen gab.

Der Standard-Bikarbonatwert der Butamyl D war statistisch größer als der der Butamyl 5 % und Frauenmilch. Alle anderen Milchen unterscheiden sich in ihrem Standard-Bikarbonatwert statistisch nicht voneinander. (Siehe hierzu Tabelle 35).

Die Mittelwerte aller 11 Milchen lagen in dem von ASTRUP angegebenen Normbereich für einen gesunden Erwachsenen (25,00 bis 19,00 mÄq/l).

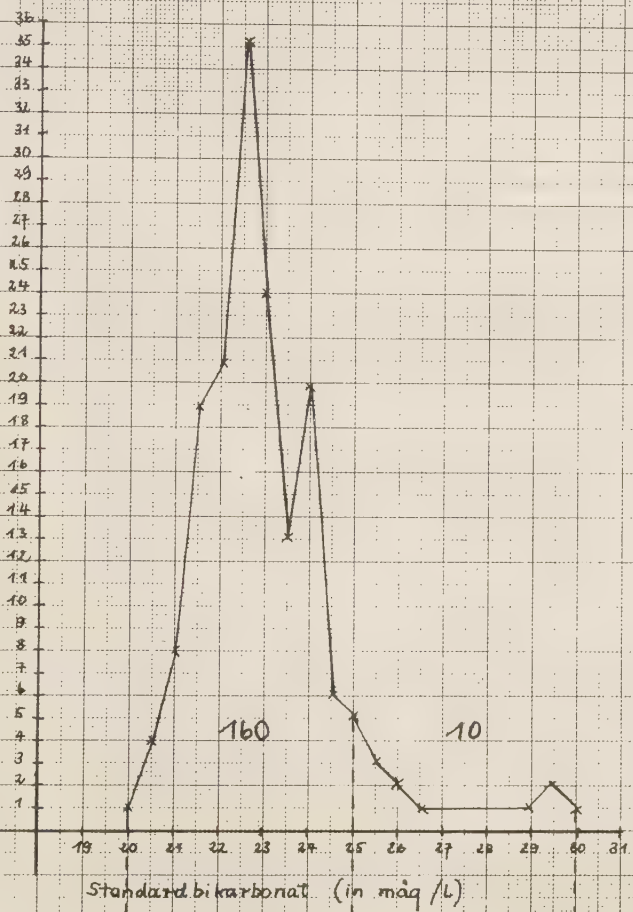
Die graphische Darstellung (siehe Seite 105), in der die prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelwerte aufgezeichnet ist, ergibt folgendes:

160 der 170 gemessenen Einzelwerte (bei insgesamt 60 Säuglingen) lagen im Normbereich, d.h. 94 %.

10 der gemessenen Einzelwerte, d.h. 6 %, lagen darüber, keiner darunter. Von den 10 Einzelwerten, die darüber lagen, stammten 6, d.h. 60 %, von der Butamyl D.

PROZENTUALE HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER EINZELWERTE BEI STANDARDBIKARBONAT (BWT)

ANZAHL der gemessenen Standardbikarbonatwerte



Standardbikarbonat (in mg/L)

94 %

6 %

C_{XIX} Klinische Befunde

Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme bei allen 14 Milchen betrug 27,0 gr. Am höchsten war sie bei der Bärenmarke 4/5 mit 35,0 gr/die, am niedrigsten bei der Frauenmilch mit 15,0 gr/die.

Zur Berechnung der täglichen Gewichtszunahme wurden die Werte von 12 - 16 Beobachtungstagen verwendet.

Bei allen Frühgeborenen, die mit Bärenmarke 4/5 ernährt wurden, konnte man bemerkenswerte klinische Manifestationen beobachten:

Die so ernährten Säuglinge spuckten vermehrt, erbrachen häufig und waren sehr unruhig. Ausserdem traten bei allen Lidödeme auf.

Bei allen anderen Nahrungen, die den Säuglingen gegeben wurden, konnten keine pathologischen Reaktionen festgestellt werden.

Bei diesen Milchen, die teilweise gesauert und teilweise ungesauert waren, waren sowohl die Gewichtszunahme gut, als auch die klinischen Befunde unauffällig.

D) Zusammenfassung der Ergebnisse:

D_I Höhe der Anionen- und Kationensäule (Urin)

Die Größenordnung der Konzentrationen der Einzelkomponenten des Durchschnittsionogrammes im Urin ist vor allem vom Angebot an Anionen bzw. Kationen abhängig. Nur bei Butamyl D saurefrei II war die Höhe der Anionen- bzw. Kationensäule im Urin im Verhältnis zum Angebot relativ hoch.

D_{II} Kationen

A) Fixe Basen

1) Na:

- a) Angebot und Ausscheidung sind im allgemeinen proportional.
- b) Verhältnis Na : Cl-Angebot:
wenn das Cl-Angebot im Verhältnis zum Na-Angebot hoch ist, dann ist die Na-Ausscheidung im Verhältnis zum Angebot groß (Eledon II 14 % und 17 %). Bei erhöhtem Angebot an Cl wird also vermehrt Cl und Na ausgeschieden.
- c) NH_4^- : Na-Ausscheidung:
Bei großer NH_4^- -Ausscheidung im Verhältnis zur Gesamtkationen-Zahl ist die Na-Ausscheidung relativ klein.
- d) Säurerest:
Je größer der Säurerest im Urin, umso größer ist die Na-Ausscheidung.

2) K:

- a) Angebot und Ausscheidung sind proportional.
- b) NH_4^- : K-Ausscheidung:
Bei großer NH_4^- -Ausscheidung im Verhältnis zur Gesamtkationen-Zahl ist die K-Ausscheidung relativ klein.
- c) Säurerest:
Je größer der Säurerest im Urin, umso größer ist die K-Ausscheidung.

3) Ca:

Die Ca-Ausscheidung (im Urin) ist im allgemeinen sehr klein, wenn man diese mit der Na- und K-Ausscheidung im Verhältnis zum Angebot vergleicht.

a) Vitamin-D₃-Angebot:

Die Ca-Ausscheidung war bei den Milchen, bei denen zu-

gleich Vitamin D_3 zugeführt wurde, höher als bei den Milchen mit etwa gleichem Angebot an Ca ohne Vitamin- D_3 -Zusatz.

b) NH_4 - : Ca-Ausscheidung:

Je größer die NH_4 -Ausscheidung, umso größer wird auch die Ca-Ausscheidung.

c) Bei großer Säurerest-Ausscheidung im Urin ist auch die Ca-Ausscheidung höher.

B) NH_4

a) Das Angebot an Stickstoff und die NH_4 -Ausscheidung sind proportional.

b) Je höher der Säurerest im Urin, umso höher ist auch die NH_4 -Ausscheidung.

c) NH_4 -Ausscheidung und Ausscheidung von fixen Basen sind zum Teil direkt, zum Teil umgekehrt proportional (s.u.).

d) Je höher das Angebot bzw. die Ausscheidung an Cl, umso höher ist auch die NH_4 -Ausscheidung.

D_{III} Anionen

1) Cl

a) Angebot und Ausscheidung sind im allgemeinen proportional.

b) Das Verhältnis Na : Cl im Angebot bestimmt auch das Verhältnis Na : Cl in der Ausscheidung.

2) HPO_4

a) Angebot und Ausscheidung sind proportional.

b) N-Angebot und HPO_4 -Ausscheidung sind proportional.

c) HCO_3 - und HPO_4 -Ausscheidung sind reziprok proportional.

d) Je höher das Angebot bzw. die Ausscheidung an fixen Basen, umso höher ist auch die HPO_4 -Ausscheidung.

3) HCO_3

Die HCO_3 -Ausscheidung war sehr gering.

4) Säurerest

a) N-Angebot und Säurerest-Ausscheidung sind proportional.

b) Säurerest-Ausscheidung und Angebot bzw. Ausscheidung an fixen Basen sind direkt proportional.

c) Säurerest-Ausscheidung und Cl-Ausscheidung sind direkt proportional.

- d) Säurerest-Ausscheidung und HPO_4 -Ausscheidung sind direkt proportional.

D_{IV}

Titrationssacidität, p_{H} -Wert (Urin)

1) Titrationssacidität

- a) HPO_4 -Angebot bzw. Ausscheidung und Titrationssacidität sind proportional.
- b) Cl-Angebot bzw. Ausscheidung und Titrationssacidität sind proportional.
- c) Je höher das Angebot an fixen Basen ist, umso höher ist auch die Titrationssacidität.

2) p_{H} -Wert (Urin)

Der p_{H} -Wert (Urin) ist vor allem abhängig von:

- a) Ausscheidung an HPO_4 : Je größer diese ist, umso weniger sauer wird der p_{H} -Wert.
- b) HCO_3 -Ausscheidung: Bei größerer HCO_3 -Ausscheidung wird auch der p_{H} -Wert größer.
- c) Extrem hohes Cl-Angebot bzw. extrem hohe Cl-Ausscheidung führen zu einem relativ sauren Urin (Eledon II 17 %).
- d) Extrem hohe Säurerest-Werte (Bu D sä I) führen ebenfalls zu einem kleinen p_{H} -Wert.
- e) Die NH_4 -Ausscheidung ist umso größer, je kleiner der p_{H} -Wert ist.

D_V

Flüssigkeit, spezifisches Gewicht

1) Flüssigkeitszufuhr

Sie war bei allen Milchen praktisch gleich.

2) Flüssigkeits-Ausscheidung

Sie war vor allem abhängig von der Höhe des Nahrungsangebotes der jeweiligen Milch: Je größer das Angebot an Kationen bzw. Anionen war, umso geringer war die Flüssigkeits-Ausscheidung.

3) Spezifisches Gewicht (Urin)

Es lag bei den meisten Milchen zwischen 1010 und 1012 und überschritt bei Bärenmarke 2/3, 4/5, Bu D sä I und II die Osmolarität des Blutes.

Es war abhängig:

a) Vom Angebot an Anionen bzw. Kationen:

Je höher dieses war, umso höher war auch das spezifische Gewicht;

b) von der Flüssigkeitsausscheidung:

Je größer diese war, umso kleiner war das spezifische Gewicht.

D_{VI} Blut-p_H-Wert, Standard-Bikarbonat

a). Blut-p_H

Die Blut-p_H-werte unterscheiden sich bis auf die Frauenmilch, die den niedrigsten wert hatte, statistisch nicht voneinander. Sie lagen mit Ausnahme des der Frauenmilch (er lag gering darunter) in dem von ASTRUP für einen gesunden Erwachsenen angegebenen Normbereich (7,35 - 7,43).

b) Standard-Bikarbonat

Die durchschnittlichen Standard-Bikarbonat-Werte lagen alle in dem von ASTRUP für einen gesunden Erwachsenen angegebenen Normbereich (25,0.- 19,0 mEq/l).

D_{VII} Klinische Befunde

Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme war mit 27,0 gr. gut. Bei der Bärenmarke 4/5 wurden bemerkenswerte Reaktionen beobachtet:

Die Säuglinge spuckten vermehrt, erbrachen häufig und waren sehr unruhig. Außerdem traten Lidödeme auf.

E Besprechung der Ergebnisse

Bei einer optimalen Ernährung für Frühgeborene muß folgendes berücksichtigt werden:

- 1) Das schnelle Wachstum
- 2) Depotmangel
- 3) Funktionsschwäche des Verdauungstraktes und der Niere (MOLLER).

In dieser Arbeit wurde nun insbesondere untersucht, ob und in welchem Umfang bei den verschiedenen Nahrungen Funktionsschwächen der renalen Regulationsmechanismen bei den Frühgeborenen auftraten.

I. Säure-Basen-Haushalt

Eine wichtige Rolle in diesem Zusammenhang spielt die Höhe der Elektrolytausscheidung, die ja die Niere in verschiedenem Maße belastet.

Anhand der Ergebnisse, die dabei erzielt wurden, ist zusammenfassend über die Faktoren, die die Kationenausscheidung beeinflussen, folgendes zu berichten:

- 1) Bei den meisten Milchen hängt die Ausscheidung von fixen Basen vom Angebot ab.
- 2) Bei einem extrem hohen Angebot an ($\text{Na} + \text{K} + \text{Ca}$) und einem der Anionensäule (Urin) entsprechenden Säurerest-Wert (Urin), ist die Ausscheidung an fixen Basen groß, während die NH_4 -Ausscheidung im Verhältnis zur Gesamtkationenzahl gering ist. Dies trifft vor allem für die Bärenmarke 4/5 zu. Bei dieser Nahrung werden dem Organismus offensichtlich zu viele fixe Basen zugeführt, die er nun wieder ausscheiden muß.
- 3) Bei hohen Säurerestwerten (im Urin) im Verhältnis zur übrigen Anionensäule werden die Ausscheidungen an fixen Basen im Verhältnis zum Angebot hoch. Außerdem muß aber der Organismus kompensatorisch noch vermehrt NH_4 produzieren, um die sauren Valenzen absättigen zu können. Dies gilt in besonderem Maße für die Butamyl D säurefrei I und II und für die Frauenmilch. Bei diesen Nahrungen sind offensichtlich zu wenig fixe Basen da, um die auszuscheidenden Valenzen abpuffern zu können.
- 4) Bei einem hohen Cl-Angebot im Verhältnis zum Na-Angebot wird bei einer dem Angebot entsprechenden Ausscheidung an fixen Basen die NH_4 -Ausscheidung höher. Auch hier ist das

Angebot an fixen Basen unzureichend, um das überflüssige Chlor ausscheiden zu können.

Dies trifft für die Alete und die Butamyl D zu.

Die Ausscheidung an fixen Anionen (v.a. Cl) hängt weitgehend vom Cl-Angebot der einzelnen Milchen ab. Die Ausscheidung an Pufferanionen ($\text{HPO}_4, \text{HCO}_3$) hängt neben ihrer Konzentration in der Nahrung vom Angebot an fixen Basen ab, wobei bei den Pufferanionen v.a. die HPO_4 -Ausscheidung sehr variiert und relativ groß ist, während die HCO_3 -Ausscheidung sehr gering bleibt.

Glücklicherweise weisen die Milchen mit hoher Molenlast auch gleichzeitig ein hohes Angebot an HPO_4 auf, um die überflüssigen Basen wieder ausscheiden zu können. Als Pufferanion zur Ausscheidung überschüssiger fixer Basen dient also in erster Linie HPO_4 .

Für die Größe der Ausscheidung an fixen Anionen (Cl) bzw. Pufferanionen ($\text{HPO}_4, \text{HCO}_3$) ist nicht die Säuerung, sondern im wesentlichen die Molenlast der einzelnen Milchen verantwortlich.

Im Mittelpunkt der Diskussion steht hier nun eine der Hauptgefahren für Frühgeborene, die bei ungeeigneter Ernährung auftreten kann (MÖLLER): die Gefahr der Acidose. Ihre Ursachen sind nach Ansicht der Autoren mangelhafte renale Regulationsmechanismen der Frühgeborenniere und eine Unreife der Leber.

Bei Untersuchungen von DROESE und STOLLEY trat bei Frühgeborenen, die mit einer milchreichen gesäuerten Nahrung ernährt wurden, eine Acidose mit Erniedrigung der Alkalireserve auf.

Zu diesem Problem kann aufgrund der obengenannten Ergebnisse folgendes gesagt werden:

Eine Belastung des Säure - Basen-Haushaltes ist vor allem durch folgende Faktoren bedingt:

- 1) Ausscheidung fixer Basen
- 2) NH_4 -Produktion
- 3) Ausscheidung von Pufferanionen ($\text{HCO}_3, \text{HPO}_4$)

Prüft man das Verhalten dieser Größen bei unterschiedlichem Eiweiß- und Elektrolytangebot, so ergibt sich folgendes:

Die Säuerung der Milch spielt eine untergeordnete Rolle. Bei den verwendeten Milchpräparaten, ob gesäuert oder ungesäuert,

war die NH_4 -Produktion ausreichend, um eine Acidose oder eine Erniedrigung der Alkalireserve zu verhindern. Die Säuerung einiger Milchen führte zwar zum Teil zu einer erhöhten NH_4 -Produktion, aber eine Überschreitung der renalen Regulationsmechanismen in Bezug auf die NH_4 -Produktion, so daß es zu einer Dekompensation gekommen wäre, wurde bei diesen Untersuchungen nicht beobachtet.

Belastend für den Säure-Basen-Haushalt wirkte sich in erster Linie das höhere Eiweiß- und Elektrolytangebot einiger Milchen aus. Es führte bei der Bärenmarke 4/5 zu einer deutlichen Vergrößerung des Extrazellularraumes (s.C XIX); bei der gesäuerten Eledon II 17 %, deren Molenlast nur wenig geringer war, wurden keine pathologischen Reaktionen beobachtet. Bei den anderen Milchen, die eine geringere Molenlast aufwiesen, zum Teil aber gesäuert waren, konnten in Bezug auf die Basen-Ausscheidung keine pathologischen Vorgänge beobachtet werden.

Geht man von einer Milch mit niedrigem Eiweiß- und Elektrolytangebot (z.B. Humana, Frauenmilch) auf eine 2/3 Milch (z.B. Bärenmarke 2/3) und dann auf eine 4/5 Milch (z.B. Bärenmarke 4/5) über, so ist dies für den Säure-Basen-Haushalt eine ungleich größere Belastung als die Säuerung der Milchen. D.h. mit anderen Worten: Die Fütterung einer ungesäuerten 4/5 Milch führte in Bezug auf die Basenausscheidung für den Säure-Basen-Haushalt zu einer wesentlich größeren Belastung als die Ernährung mit einer gesäuerten 2/3 Kuhmilch (HÖVELS).

Gefahren, die renalen Regulationsmechanismen der Frühgeborenniere zu überschreiten, bestanden also bei den untersuchten Nahrungen nicht in einer Säuerung der Nahrung, sondern in der Variation der Molenlast.

Ein weiterer wesentlicher Faktor der renalen kompensatorischen Regulationsmechanismen ist die Variation des pH -wertes im Urin (LEUTHARDT). Dabei ergab sich bei den verschiedenen Nahrungen folgendes:

Die Fähigkeit, einen sauren oder weniger sauren Urin zu bilden, war bei den untersuchten Frühgeborenen und den ihnen gegebenen Nahrungen ausreichend, um einen Säureüberschuß oder einen Basenüberschuß ausscheiden zu können und andererseits Basen einzusparen.

Bei Milchen mit einem hohen Angebot an Eiweiß und Elektrolyten gelang es der Frühgeborenniere einen relativ basischen Urin zu bilden, inasm sie noch mehr HPO_4 ausschied, als dies bei dem ohnehin

hohen HCO_4 -Angebot zu erwarten gewesen wäre; außerdem wurde relativ viel HCO_3 ausgeschieden. Diese hohe Ausscheidung an Pufferanionen erfolgte deshalb, um einen Basenüberschuß abgeben zu können (vor allem bei Bärenmarke 4/5 und Bärenmarke 2/3). Um vermehrt saure Valenzen ausscheiden zu können, bildete die Niere einen Urin, dessen p_H -wert wesentlich saurer war, als der des Blutes (vor allem Butamyl D säurefrei II und Eledon II 17%). Damit gelang es, einerseits saure Valenzen auszuscheiden, andererseits noch Basen einzusparen.

Deutlich erkennbar ist dies bei einem Vergleich zwischen Eledon II 17% und Bärenmarke 2/3, die extrem unterschiedliche p_H -werte aufwiesen und im Angebot an Eiweiß und Elektrolyten, vor allem aber an fixen Basen keine unterschiedlichen Werte aufwiesen: Die Ausscheidung an fixen Basen (im Verhältnis zur Gesamtkationenanzahl) war bei der Eledon II 17% geringer. Ein wesentlicher Unterschied im Urin- p_H -wert zwischen gesäuerten und ungesäuerten Milchen mit gleicher Molenlast konnte im übrigen nicht nachgewiesen werden. Einer der Hauptfaktoren in der Variation des p_H -wertes war auch hier die Höhe des Angebotes an Eiweiß und Elektrolyten. In Bezug auf die Regulierung des Urin- p_H -wertes wurden die renalen Regulationsmechanismen bei den verschiedenen Nahrungen, ob gesäuert oder ungesäuert, nie überfordert, sondern nur in verschiedenem Maße belastet. Der p_H -wert (Urin) gesauerter Nahrungen unterschied sich also im großen und ganzen nicht vom p_H -wert ungesauerter Nahrungen mit gleicher Molenlast.

II. Wasser- und Salzhaushalt

Bekanntlich stehen Urinvolumen und spezifisches Gewicht in enger Beziehung. Die Niere hat zwei Regulationsmechanismen, um harnpflichtige Substanzen auszuschcheiden:

Bei großen Mengen an auszuscheidenden harnpflichtigen Substanzen konzentriert sie höher, um H_2O zu sparen, und umgekehrt scheidet sie bei kleinerem spezifischem Gewicht mehr Wasser aus, wenn die Menge an harnpflichtigen Substanzen klein ist (LEUTHARDT).

Je höher also das spezifische Gewicht ist, umso weniger H_2O braucht sie, um eine bestimmte Menge an harnpflichtigen Substanzen auszuscheiden. Kann also die Niere gut konzentrieren, so wird sie bei einer großen Menge an auszuscheidenden Stoffen hoch konzentrieren, um möglichst wenig Wasser zu brauchen.

Nach Untersuchungen von BARNETT und VESTERDAL ist aufgrund der mangelhaften renalen Regulationsmechanismen das Konzentrations- bzw. Dilutionsvermögen der Frühgeborenniere eingeschränkt, was dementsprechend eine hohe Elektrolytausscheidung bedeutet.

Interessant ist es nun, anhand der Ergebnisse bei den verschiedenen Milchen die Frage zu prüfen, ob Konzentrations- und Dilutionsvermögen der Frühgeborenniere bei den handelsüblichen Milchpräparaten nicht überfordert wurden:

a) Konzentrationsvermögen:

Die Milchen, bei denen ein relativ hohes spezifisches Gewicht im Urin gefunden wurde, wiesen ein hohes Angebot an Eiweiß und Elektrolyten auf (Bärenmarke 4/5, Bärenmarke 2/3, Butamyl D säurefrei I und II, Butamyl D und Eledon II 17%). Der Niere war es bei der hohen Osmolarität dieser Nahrungen trotz der gleichen Flüssigkeitszufuhr wie bei Milchen mit niedriger Molenlast möglich, in dem Maße zu konzentrieren, daß keine Dehydration bzw. hypertone Dehydrierung auftrat und die harnpflichtigen Substanzen ausgeschieden werden konnten. Es ist allerdings nicht zu verkennen, daß dies auf Kosten des nicht osmotisch gebundenen Wassers geht.

b) Dilutionsvermögen:

Bei Butamyl 5%, Butamyl 10%, Humana und Frauenmilch, deren Molenlast relativ gering war und deren Flüssigkeitszufuhr gleich war wie bei Milchen mit wesentlich höherem Angebot an Eiweiß und Elektrolyten, war die Niere in der Lage, in dem Maße zu verdünnen, daß nicht die Gefahr einer Wasserintoxikation (bzw. hypotone Dehydrierung) auftrat. Es war noch Wasser im Körper gebunden, da ja bei gleichem H_2O -Angebot mehr Wasser ausgeschieden wurde. Bei den eben genannten Milchen konnte also durch das Dilutionsvermögen überflüssiges Wasser ausgeschieden werden.

In Bezug auf Konzentrations- bzw. Dilutionsvermögen wurden die Regulationsmechanismen der Frühgeborenniere bei den hier verfütterten Milchpräparaten in verschiedenem Maße beansprucht.

Die hohen spezifischen Gewichte des Harns bei Nahrungen mit einer großen Molenlast zeigen deutlich, daß das große Angebot an Eiweiß und Elektrolyten doch zu einer erheblichen Belastung der Frühgeborenniere führt.

Eine große Molenlast verringert also deutlich die Sicherheit in der Wasserbilanz (ZWEYMÜLLER).

In diesem Zusammenhang sind auch die klinischen Manifestationen, wie sie bei der Bärenmarke 4/5 auftraten, zu sehen: die Vermehrung des extrazellulären Raumes (es traten Ödeme auf) ist, wie aus allem bisher Gesagten deutlich hervorgeht, eine Folge des Angebotes an Eiweiß- und Elektrolyten dieser Milch.

Eine verminderte Konzentrations- bzw. ein vermindertes Dilutionsvermögen der Frühgeborenniere (MÜLLER und ZWEYMÜLLER) konnte bei den untersuchten Frühgeborenen nicht festgestellt werden.

Die Blut p_H -werte (mit Ausnahme bei der Frauenmilch) und die Standard-Bikarbonat-werte lagen alle in dem von ASTRUP für einen gesunden Erwachsenen angegebenen Normbereichen.

Es wurden also weder bei den milchreicher (ob gesäuert oder ungesäuert) noch bei den milchärmer (ob gesäuert oder ungesäuert) ernährten Frühgeborenen eine Acidose mit Erniedrigung der Alkaliereserve beobachtet, wie sie DROESE und STOLLEY bei ihren Untersuchungen fanden. Die Säuerung der Milch führte, wie die Ergebnisse beweisen, zu keinerlei pathologischen Reaktionen. Die ausschlaggebende Rolle bei der Belastung der Frühgeborenniere in Bezug auf ihre kompensatorischen Mechanismen spielte die Höhe des Angebotes an Eiweiß und Elektrolyten. Die Untersuchungen zeigen deutlich, daß die Säuerung der Nahrungen in Bezug auf den Saure-Basen-Haushalt und den Wasser-Salz-Haushalt die Frühgeborenniere zwar verschieden belastet, aber innerhalb der möglichen Regulationsmechanismen.

F Zusammenfassung

Bei 112 Frühgeborenen mit einem Gewicht zwischen 1 400 gr und 2 500 gr und einem Alter zwischen 4 und 6 Wochen wurde das Harnionogramm in Abhängigkeit von der Ernährung untersucht. Die Säuglinge erhielten 8 Tage lang entweder Frauenmilch oder zur Hälfte $2/3$ - Kuhmilch oder adaptierte Milch oder Kuhmilchmischungen als $2/3$ - und $4/5$ - Milch. Von den Kuhmilchmischungen waren ein Teil mit Milch - oder Zitronensäure gesäuert.

Es wurde nun in dieser Arbeit untersucht, ob und in welchem Ausmaß der Säure - Basen - Haushalt insbesondere von gesäuerten Kuhmilchmischungen belastet wird. Dabei wurden folgende Ergebnisse erzielt:

- 1) Die Größenordnung der Konzentrationen der Einzelkomponenten des Harnionogramms richten sich in erster Linie nach dem Angebot.
- 2) Für Frühgeborene ist für den Säure-Basen-Haushalt die Variation der Molenlast ihrer Nahrungen für die Homeostase von ungleich größerer Bedeutung als die Frage, ob bei sonst gleicher Molenlast eine Nahrung gesäuert ist oder nicht.
- 3) Die renalen kompensatorischen Mechanismen
 - a) Konzentrationsvermögen,
 - b) Dilutionsvermögen,
 - c) NH_4 -Produktion,
 - d) Variation im Urin- pH -wert,
 - e) Puffersysteme:

HPO_4 - und HCO_3 -Ausscheidungen

wurden nicht in erster Linie durch die Säuerung der Milchen belastet. Ausschlaggebend war vor allem für die Mehrbelastung die Höhe des Angebotes an Eiweiß und Elektrolyten der einzelnen Milchen. Die Frühgeborenenniere wurde zwar bei den verschiedenen Nahrungen in verschiedenem Maße belastet, aber es kam mit Ausnahme der Bärenmarke $4/5$, wo bemerkenswerte klinische Manifestationen beobachtet wurden, nie zu einer Dekompensation.

- 4) Die meisten handelsüblichen Milchpräparate, die hier gegeben wurden, sind in ihrer Zusammensetzung so aufeinander abgestimmt, daß die Gefahr, die kompensatorischen Regulationsmechanismen der Früh-

geborenenniere zu überschreiten, nicht gegeben ist.

Milchpräparate allerdings, die zu einem spezifischen Gewicht im Urin führten, das über 1012 liegt, belasten das Konzentrationsvermögen der Frühgeborenenniere doch in einem erheblichen Maße.

G Literaturverzeichnis

- 1) BLAND, J.M. Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes
3. Auflage
Georg THIEME-Verlag
Stuttgart - 1959 -
- 2) BARNETT, L. I.Clin.Invest.31, 1069-1070 (1952)
I.Ped.42, 99-119 (1953)
- 3) Documenta GEIGY Wissenschaftl.Tabellen
6. Auflage - 1960 -
Herausgeber: J.R.GEIGY K 61
Basel
- 4) DROESE, W. Zschr.Khkd.77, 532 (1956)
Ki.-ärztl.Praxis, 27, 585 (1959)
- 5) HOVELS, O. Zschr.Khkd.85, 217 (1961)
Internationaler Kongreß für Ernährung
Hamburg 1966
- 6) HUNGERLAND, H. Störungen des Wasser- und Elektrolythaushaltes
2. Auflage
SPRINGER-Verlag Berlin-Heidelberg-Hamburg, 1962
- 7) KOLLER, G. Graphische Tafeln zur Beurteilung statistischer Zahlen
3. Auflage
Verlag Dr.Dietrich STEINKOPFF
Darmstadt 1953
- 8) LEUTHARDT, F. Lehrbuch der physiologischen Chemie
Walter de GRUYTER & Co., Berlin,
15. Auflage, 1963
- 9) MÖLLER, G. Ernährung der Frühgeborenen im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit ihrer Nieren
Inauguraldissertation Tübingen 1966
- 10) VESTERDAL, H. Acta paedr. 37, 429 - 440 (1949)
- 11) ZWEYMÜLLER, F. Zeitschr. für Ernährungswissenschaften
Suppl. 1, 14 (1961)

L e b e n s l a u f

Am 7.1.1942 wurde ich, Herbert Helmut S c h ö n e k ä s ,
als Sohn des Dipl.-Kaufmanns Dr. Karl S c h ö n e k ä s und
seiner Ehefrau, Paula, geborene H e r r m a n n , in Nürn-
berg geboren.

Von 1948 bis 1952 besuchte ich die Volksschule, von 1952
bis 1961 das Realgymnasium in Nürnberg, wo ich im Juli 1961
mit Erfolg die Reifeprüfung ablegte.

Vom Wintersemester 1961/62 bis zum Wintersemester 1966/67
studierte ich an den Universitäten Erlangen-Nürnberg und
München Medizin.

Am 1.4.1963 bestand ich das Vorphysikum, am 1.5.1964 die
ärztliche Vorprüfung und am 18.7.1967 die ärztliche Prü-
fung an der Universität Erlangen-Nürnberg.

Offsetdruck - Fotodruck

Josef Hogl

8520 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz,) Tel. 22990

Offsetdruck - Fotodruck

- J. Hög, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Telefon 22990 -